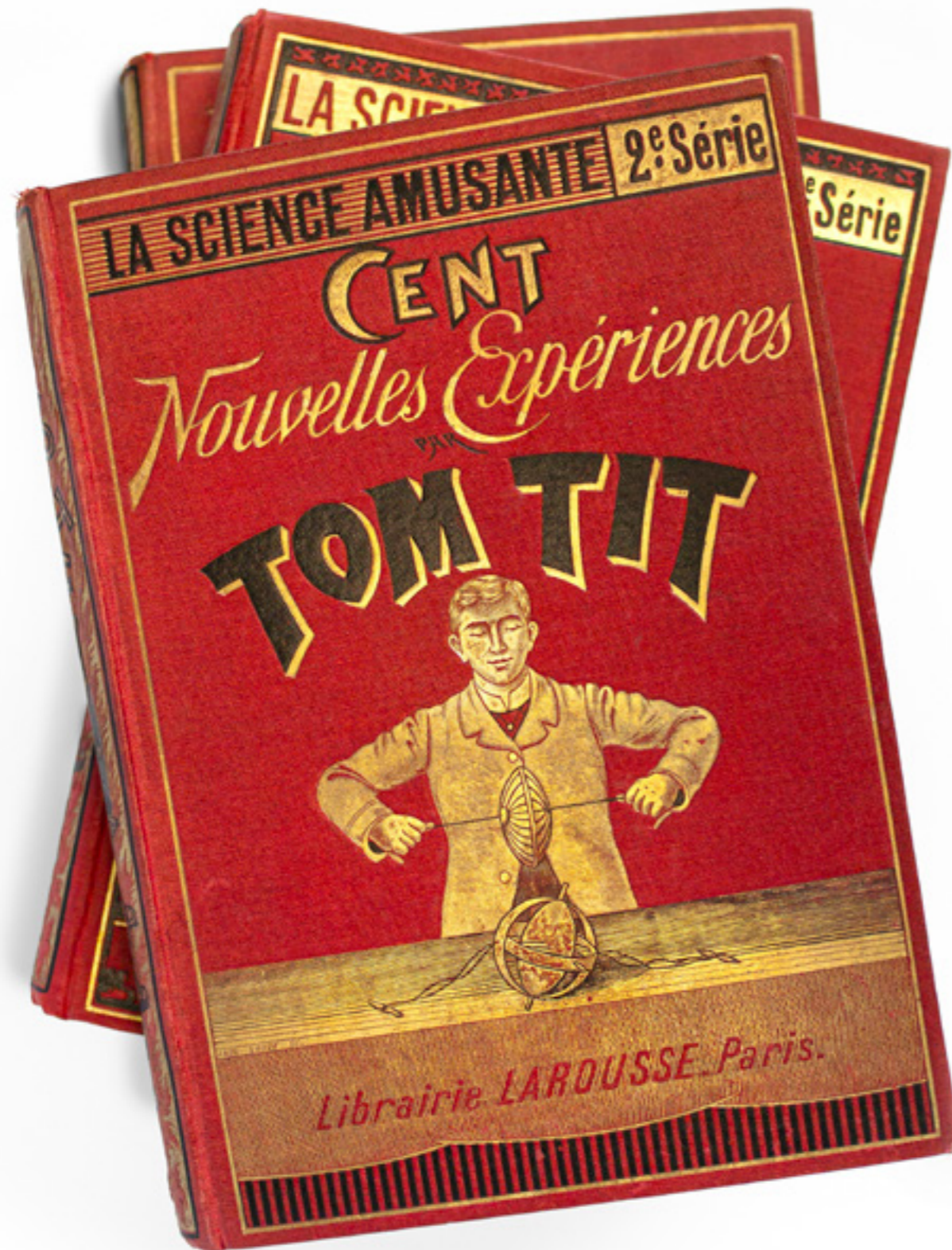




43 wissenschaftliche
Experimente für Kids

ZISCH!

Vorwort



Tom Tit (Arthur Good), *La Science Amusante 2^e Série. Cent Nouvelles Expériences*.
Einundzwanzigste Ausgabe, Librairie Larousse. Paris, 1892

Die Natur ist toll. Der Beweis? In diesem kleinen Buch finden Sie ihn in 43 wunderbaren Experimenten.

Da kommt mir meine Schulzeit in den Sinn: 43 war ungefähr die Anzahl der Kapitel, die wir damals durchackern mussten, um die schriftlichen Prüfungen in Physik, Chemie, Biologie und Mathematik zu bestehen. Es ist mir bis heute ein Rätsel, warum mich das nicht komplett angewidert hat. Denn viele meiner Kameraden und Kameradinnen sind nach dieser Tortur für immer der Überzeugung verfallen, dass Wissenschaft trocken, langweilig und unverständlich sei. Glücklicherweise sind die Lehrbücher seither stark verbessert worden und viele von ihnen sind sogar richtig grossartig geschrieben. Jedes Mal, wenn ich heute eines von ihnen aufschlage, erfreue ich mich aufs Neue an dessen Inhalt.

Indes ist der Kampf für eine ansprechende Lehre über Themen aus Wissenschaft und Natur noch im Gange. Wie oft höre ich Leute sagen: «Von Physik, wissen Sie, davon habe ich nie etwas verstanden.» Ebenso störend finde ich, dass der Begriff «Kultur» für die Mehrheit der «kultivierten» Menschen nur Kenntnisse menschlicher Errungenschaften beinhaltet aber das Wissen um die Beziehung zur Natur und die von ihr ausgelösten Gefühle ausschliesst. Durch diesen Mangel an Vertrauen und in Sympathie für die Realität der Welt haben Fake News, alternative Realitäten, Leugnung des Klimawandels und Lebenskrisen bei vielen Menschen ein leichtes Spiel.

In der Bibliothek meiner Eltern befand sich das Buch «Scientific Amusements» von Tom Tit aus dem Jahr 1890. Genau wie Tim und Struppi, deren Abenteuer ich auswendig kannte, verschlang ich die 100 Experimente mit Hochgenuss. Heute denke ich, dass ich das seltsame Glück, das ich jedes Mal empfinde, wenn die Natur mich etwas Neues entdecken lässt, diesen einsamen Stunden als «Bücherwurm» schulde.

Die Wissenschaft hat Fortschritte gemacht und die Bildung auch. «ZISCH! 43 wissenschaftliche Experimente für Kids» ist ein tolles Buch. Es bietet alles von Chemie, Biochemie, Biologie, Physik bis zur Mathematik. Ich sehe in ihm ein starkes Gegenmittel für all die Irrwege, die wir heute gehen müssen, um zur «Realität» zu gelangen. Vor allem sehe ich darin aber einen unterhaltsamen Weg, der zum Vertrauen führt, dass sich uns die Natur mit ein wenig Arbeit offenbart. Es ist eine Botschaft des Tatendrangs und des Lebens.



J. Dubochet

Professor Jacques Dubochet
Nobelpreis für Chemie 2017

Einführung

Zwischen 2015 und 2018 hat das Migros-Magazin in Zusammenarbeit mit verschiedenen Institutionen der Westschweiz jede Woche ein kleines wissenschaftliches Experiment vorgestellt, das einfach zu Hause durchgeführt werden kann. Fast 200 Experimente wurden in diesen vier Jahren von der KidsUni der Universität Fribourg, dem «Espace des inventions» in Lausanne, dem «Scienscope» der Universität Genf und der Abteilung für Wissenschaftsförderung (SPS) der EPFL entworfen. Diese Institutionen wollten dem sehr reichhaltigen Material ein zweites Leben einhauchen, indem sie ein Buch veröffentlichten, das die besten Experimente zusammenfasst und sie mit zusätzlichen Erklärungen anreichert. Dabei herausgekommen ist «Zisch! 43 wissenschaftliche Experimente für Kids», das Sie nun hier in den Händen halten. Das Buch richtet sich an alle, die sich für Wissenschaft und das Experimentieren interessieren, insbesondere auch an Lehrpersonen, die im Klassenzimmer Versuche durchführen möchten und nun eine einfache Anleitung haben.

Wie verwendet man das Buch? Ganz einfach: Blättern Sie nach Belieben durch die Seiten, bis Sie etwas finden, das die Neugier Ihrer Kinder oder Schüler_innen wecken könnte. Suchen Sie die notwendigen Materialien zusammen (die meisten findet man im Haushalt oder sie lassen sich leicht beschaffen) und legen Sie los! Wenn es beim ersten Mal nicht funktioniert, lassen Sie sich nicht entmutigen. Experimentieren bedeutet auch Misserfolge einstecken. Ihre Freude wird umso grösser sein, wenn es schliesslich klappt.

Wir wünschen Ihnen tolle Entdeckungen und glückliche Momente der Wissenschaft!

Inhalt

Die Logik hinter Algorithmen ~~~~~	09	Eine Formel für die Liebe ~~~~~	97
Der Sprühnebel von Venturi ~~~~~	13	Die Eisstiel-Bombe ~~~~~	101
Wo hörst du mich? ~~~~~	17	Schleim ~~~~~	105
Der Superschmecker ~~~~~	21	Regenbogen-Cocktail ~~~~~	109
Aus den Angeln heben ~~~~~	25	Kinderknete aus Milch ~~~~~	113
Aus kleinen Samen wird Grosses ~~~~~	29	Wie kalt! ~~~~~	117
Eine Strasse, die zur Sonne führt ~~~~~	33	Ein Ei hüpfert aus seiner Schale ~~~~~	121
Seifenblase unter Hochspannung ~~~~~	37	Vulkanausbruch im Glas ~~~~~	125
«Houston, wir haben ein Problem!» ~~~~~	41	Leckere Kugeln ~~~~~	129
Hast du gute Reflexe? ~~~~~	45	Der selbstleerende Becher ~~~~~	133
Metall streckt sich ~~~~~	49	Frischer Frischkäse ~~~~~	137
Chamäleon-Kohl ~~~~~	53	Ohne Nase, kein Geschmack ~~~~~	141
Verrückter Pfeil ~~~~~	57	Siehst du mich? Du siehst mich nicht! ~~~~~	145
Ich mag kein Wasser! ~~~~~	61	Tinten-Blumen ~~~~~	149
Kurven im Lichtkegel ~~~~~	65	Die Sonne kocht ein Ei ~~~~~	153
Heiss oder kalt? ~~~~~	69	Heureka! ~~~~~	157
Der Code des Lebens ~~~~~	73	Winterjacke für Eiswürfel ~~~~~	161
Alles in trockenen Tüchern ~~~~~	77	Kuriose Corioliskraft ~~~~~	165
Auf der Route eines Flugzeugs ~~~~~	81	Die Kraft von Luft ~~~~~	169
Top secret! ~~~~~	85	Eine Kugel lernt fliegen ~~~~~	173
Auf den Kopf gestellt ~~~~~	89	Elefanten-Zahnpasta ~~~~~	177
Tanz des Elektromotors ~~~~~	93		



DIE

HINTER

LOGIK

ALGORITHMEN

DIE LOGIK HINTER ALGORITHMEN

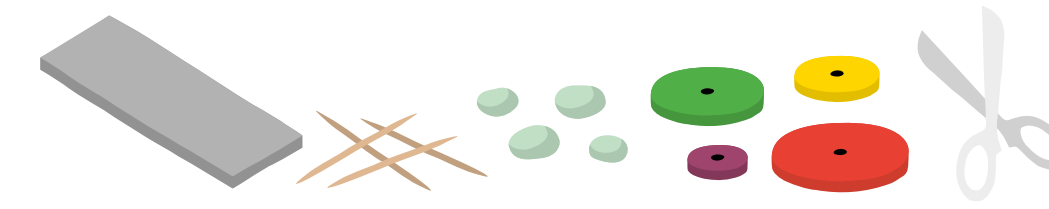
«Die Türme von Hanoi» ist ein mathematisches Rätsel. Es hilft dir, besser zu verstehen, was ein sogenannter Algorithmus ist.



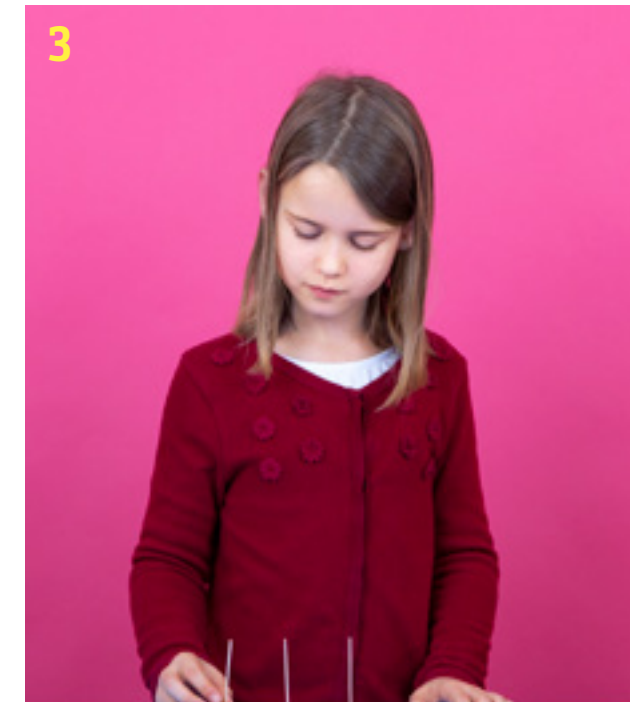
1 Bohre drei Löcher in einer Reihe in ein rechteckiges Stück Karton. In jedes Loch steckst du einen Zahnstocher (oder Grillspieß). Fixiere die Zahnstocher von unten mit Spielzeugknete.



2 Aus farbigem Kartonpapier schneidest du vier unterschiedlich grosse Rundscheiben aus. Bohre in jede von ihnen ein Loch in der Mitte und fädle die Scheiben, beginnend mit der grössten, auf den Zahnstocher ganz rechts von dir.



Materialien: Dicker Karton, 3 Zahnstocher oder Grillspiesse, Kinderknete, 4 Rundscheiben unterschiedlicher Grösse (zum Beispiel aus Kartonpapier) und eine Schere.



3 Ziel ist es, den ganzen Turm vom rechten Zahnstocher auf den Zahnstocher ganz links zu bewegen. Dabei gilt: 1. Immer nur eine Scheibe auf einmal bewegen 2. Jede Scheibe darf nur auf ein leeres Feld oder eine grössere, keine kleinere Scheibe gelegt werden.



4 Jetzt bist du dran! Versuche das Ziel in so wenigen Zügen wie möglich zu erreichen. Zähle die Mindestanzahl an Zügen, die du brauchst. Kannst du erklären, welche Abfolge von Zügen am schnellsten zum Ziel führt?

Was geschieht?

Dieses Rätsel namens «Die Türme von Hanoi» zeigt, was ein Algorithmus ist: eine Abfolge von einfachen, sich wiederholenden Anweisungen, die ein Problem lösen. Die Anweisungen lauten:

1. Bewege die kleinste Scheibe immer auf den nächsten Zahnstocher (von rechts nach links; wenn du ganz links angekommen bist, springst du ganz nach rechts und machst dort weiter).
2. Führe einen erlaubten Zug mit einer beliebigen anderen Scheibe durch.
3. Beginne erneut bei Schritt 1.

Mit diesen Anweisungen lässt sich das Rätsel, ohne zu überlegen, in minimal 15 Zügen lösen. Dazu brauchst du bloss dem Algorithmus zu folgen. Mit ihm könnte selbst ein Computer oder ein Roboter die Aufgabe lösen.

Für schlaue Köpfe

Fünfzehn Züge ist die Mindestanzahl, um dieses Rätsel mit vier Scheiben zu lösen. Hast du es einmal mit fünf Scheiben versucht? Wie viele Züge hast du gebraucht? Der oben genannte Algorithmus gilt auch für fünf Scheiben oder sogar mehr! Es wird nur ein wenig Geduld erfordern, da die Anzahl der Züge stark ansteigt, wenn die Anzahl der Scheiben erhöht wird.

Hier ist die Formel zur Berechnung der Anzahl Züge:

Mindestanzahl an Zügen = $2^n - 1$ (wobei n die Anzahl der Scheiben ist)

Bei fünf Scheiben sind es also $(2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2) - 1 = 31$ Züge und bei sechs Scheiben bereits 63! Da sind deine Geduld und Ausdauer gefragt.

Damit man ein Verfahren als Algorithmus bezeichnen darf, muss es in einer endlichen Anzahl von Zügen enden, eine Lösung für das gestellte Problem liefern und es darf

nicht zu verschiedenen Resultaten führen (Eindeutigkeit). Es darf also keinen Raum für Zweifel lassen. Bei unserem Verfahren sind diese Vorschriften alle erfüllt.

Die Forschung auf diesem Gebiet findet vor allem in der Mathematik und Informatik statt. Ziel ist es, möglichst einfache Algorithmen zu finden, um Probleme zu lösen. Das sind beispielsweise: Zahlen sortieren, nach Informationen suchen (Google), den kürzesten Weg in einem Diagramm finden, einem Computerprogramm eine bestimmte Menge an Speicherplatz zuweisen, Daten komprimieren (wie bei JPG Bilddateien) oder Informationen verschlüsseln (wenn man Online-Banking macht).

Es gibt aber auch Algorithmen für deine Hände! Sie ermöglichen es den Rubik's-Cube-Spielern, einen Würfel innert weniger Sekunden zu lösen.



Der Sprühnebel von Venturi

Der Sprühnebel von Venturi

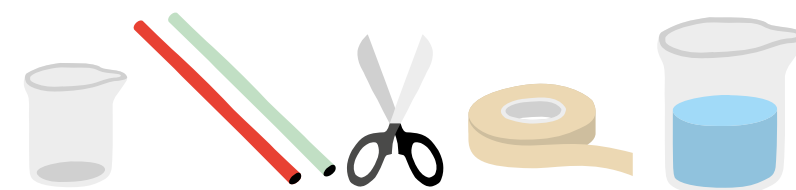
Mit zwei Strohhalmen, einem Glas Wasser und etwas Luft aus unseren Lungen bauen wir ein einfaches Spray und entdecken dabei ein wichtiges Naturphänomen.



1 Stelle als erstes alle Materialien zusammen, die du für den Bau des Sprays benötigst. Das sind: eine Rolle Klebeband, eine Schere, zwei Strohhalme, ein Glas und Wasser.



2 Stelle den Strohhalm in das Glas und schneide ihn etwa einen Zentimeter über dem oberen Rand ab. Klebe den Strohhalm nun an die Innenwand des Glases. Stelle dabei sicher, dass er den Boden nicht berührt.



Materialien: 1 Glas, 2 Strohhalme, 1 Schere, 1 Rolle Klebeband und Wasser



3 Fülle nun das Glas fast bis zum Rand mit Wasser. Die Vorbereitungen sind nun abgeschlossen. Nun braucht es nur noch einen zweiten Strohhalm, um den Spray zu betätigen.



4 Und so geht es: Nimm den zweiten Strohhalm in den Mund, ziele mit dessen Ende auf die Spitze des Strohhalmes im Wasser und puste kräftig. Vor dir bildet sich nun ein Sprühnebel. Das Experiment hat funktioniert!

Was geschieht?

Wenn eine Flüssigkeit (oder die Luft) beschleunigt wird, nimmt ihr Druck ab. Man nennt das auch den Venturi-Effekt. Das Experiment mit dem Spray zeigt, wie der Effekt funktioniert. Wenn du oben über die Öffnung des Strohhalmes im Wasser bläst, sinkt der Druck in der Luft über der Öffnung. Es entsteht ein Sog (Unterdruck), der das Wasser im Strohhalm nach oben zieht.

Das Wasser geht den Weg des geringsten Widerstandes und folgt dem tiefen Luftdruck im Strohhalm nach oben! Schliesslich ist es bis ganz nach oben gestiegen und wird nun vom Luftstrom mitgerissen. Dabei verteilt sich das Wasser zu kleinen Tröpfchen – ein Sprühnebel entsteht.

Für schlaue Köpfe

Der von dir hergestellte Spray basiert auf dem Venturi-Effekt, benannt nach dem italienischen Wissenschaftler Giovanni Battista Venturi (1746 – 1822), der dieses Phänomen entdeckt hat. Die Sache ist ziemlich einfach zu verstehen: Wenn ein Gas oder eine Flüssigkeit beschleunigt wird, nimmt ihr Druck ab.

Diesen Effekt machen wir uns in vielen Situationen zunutze. Das berühmteste Beispiel ist die Luftfahrt. Vielleicht ist dir schon aufgefallen, dass Flugzeugflügel nach oben gekrümmt sind, während sie an ihrer Unterseite gerade sind. Dadurch wird die Luft gezwungen, oben am Flügel schneller vorbeizuströmen (der Weg ist länger) als unten (der Weg ist kürzer). Gemäss Venturi ist der Druck in der schneller strömenden Luft (oben) kleiner als in der langsamer strömenden Luft (unten).

Das Flugzeug wird also nach oben gesogen oder man könnte auch sagen, von unten nach oben gedrückt.

Ein ähnliches Beispiel findest du bei Formel-1-Rennwagen. Hast du dich schon mal gewundert, warum ihnen am Heck eine riesige Flosse anhaftet? Das ist der so genannte Heckflügel. Ja, ein richtiger Flügel! Anders als beim Flugzeug ist hier die Krümmung jedoch unten und die gerade Seite oben, also genau umgekehrt. Das führt nun dazu, dass das Auto nicht abhebt, sondern, im Gegenteil, nach unten auf den Asphalt gedrückt wird. Damit hat es mehr Bodenhaftung und kann schneller beschleunigen. Es ist schon erstaunlich: Ohne Bernoulli-Effekt gäbe es keine schnellen Autorennen und keinen Urlaub in Miami oder Reykjavik!

Wo hörst du mich?



Wo hörst du mich?

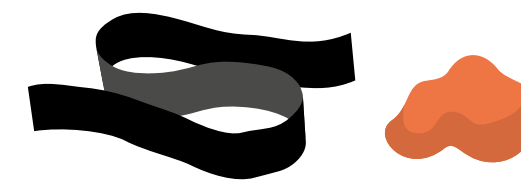
Die Ohrmuschel ist vergleichbar mit einem Radar. Sie kann Geräusche orten und weiss, woher sie kommen.

1

Für dieses Experiment braucht es zwei. Verbinde einer zweiten Person mit einem dicken Schal die Augen. Stelle sicher, dass sie gar nichts mehr sehen kann. Stelle dich anschliessend hinter die Person.

2

Klatsche jetzt in die Hände. Einmal oben links von deiner Versuchsperson, einmal unten rechts usw. Die Versuchsperson soll nach jedem Klatschen mit dem Finger an die Stelle zeigen, wo das Geräusch herkommt. Klappst es?



Materialien: 1 Schal und Kinderknete

3

Nun folgt die zweite Phase dieses Experiments. Fülle mit etwas Kinderknete alle Hohlräume beider Ohrmuscheln aus. Achte darauf, dass der Gehörgang frei bleibt und auch nicht zugedeckt wird.

4

Klatsche nun erneut in die Hände wie bei Punkt 2. Dieses Mal ist es für die Versuchsperson viel schwieriger, auf die richtige Stelle zu zeigen.

Was geschieht?

Um zu wissen, aus welcher Richtung ein Ton kommt, verwenden wir verschiedene Mechanismen. Kommt ein Ton von links, wird er im linken Ohr früher und lauter gehört als im rechten.

Um herauszufinden, ob ein Ton von oben, unten, vorne oder hinten kommt, verwenden wir einen anderen Mechanismus. Die komplizierte Form unserer Ohrmuschel dient als Detektor für die Richtung, aus der ein Geräusch kommt. Je nachdem wie das Geräusch die Ohrmuschel trifft, wissen wir sofort, woher es kommt. Eine Formänderung der Ohrmuschel wie in diesem Experiment zerstört diese Fähigkeit.

Für schlaue Köpfe

Wenn unsere Ohren einen Ton wahrnehmen, werden drei Mechanismen verwendet, um auf dessen Ursprung zu schliessen. Die ersten beiden basieren auf dem Unterschied der Lautstärke zwischen linkem und rechtem Ohr sowie der Zeitverzögerung, mit der rechtes und linkes Ohren einen Ton wahrnehmen. Man nennt dies «binaurales» Hören.

Wenn wir nur diese beiden Mechanismen verwenden, ist es möglich, den Ursprung eines Geräuschs in der links-rechts-Richtung zu orten, aber es ist unmöglich, seine genaue Position in allen anderen Richtungen zu bestimmen.

Wir können das Feld, aus dem der Ton kommen könnte, sogar geometrisch konstruieren: Wenn wir den genauen Abstand von der Quelle zu jedem unserer Ohren kennen (Radius 1 und Radius 2), dann liegt der Ursprung des mit beiden Ohren gleich wahrgenommenen Tons irgendwo auf der Schnittfläche von zwei Kugeln mit den beiden Radien, die einen Kreis ergibt. Aber alles, was wir mit den ersten beiden Mechanismen ausmachen können, ist, ob der Ton von links oder rechts kommt.

Um diesen Mangel an Präzision zu beseitigen, besitzen unsere Ohren eine komplex geformte Ohrmuschel. Töne, die von vorne, hinten, oben oder unten kommen, werden unterschiedlich verändert, wenn sie verschiedene Teile der Ohrmuschel passieren. Diese Veränderung des Klangs wird als «Laufzeitunterschied» bezeichnet.

Da unser Gehirn auf die Form unserer Ohrmuschel eingestellt ist, kann es nun die Herkunft des Tons rekonstruieren. Wenn wir die Form der Ohrmuschel verändern, verändern wir damit auch die Art und Weise, wie Geräusche umgewandelt werden. In der Folge wird die Herkunft des Geräusches für unser Gehirn uneindeutig.

Wir können auch feststellen, dass der Ton nicht aus einer zufälligen Richtung zu kommen scheint, sondern tatsächlich von irgendwo auf dem Schnittkreis der beiden besagten Kugeln.

Wenn wir die Knetmasse einige Tage an Ort und Stelle belassen, kann sich unser Gehirn neu kalibrieren und wir können die Herkunft von Geräuschen wieder genauer erkennen. Hast du Lust auf einen Langzeitversuch?



DER SUPERSCHMECKER

DER SUPERSCHMECKER

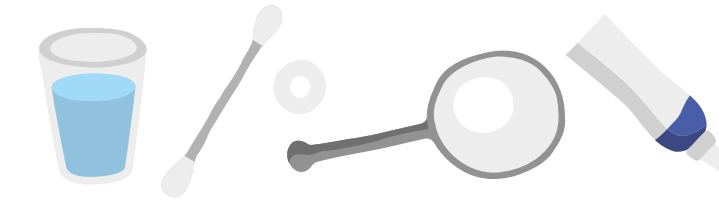
**Besitzt deine Zunge Superkräfte?
Mit folgendem (ungefährlichen) Experiment
kannst du es herausfinden.**

1

Du benötigst ein Glas Wasser, Lebensmittelfarbe, eine Lupe, ein Wattestäbchen und einen Lochverstärkungsring (einen dieser selbstklebenden Plastikringe, die zur Verstärkung von gelochten A4-Blättern verwendet werden).

2

Gib ein paar Tropfen Lebensmittelfarbe ins Wasser und rühre um. Tauche das Wattestäbchen in die Lösung ein. Bestreiche nun deine ganze Zunge mit dem Wattestäbchen, damit sie schön farbig wird. Lege anschliessend den Verstärkungsring auf deine Zunge.



Materialien: 1 Glas Wasser, 1 Wattestäbchen, 1 Lochverstärkungsring, 1 Lupe und Lebensmittelfarbe

3

Bitte nun eine zweite Person, die pilzförmigen Geschmackspapillen (Papillen) innerhalb des vom Ring eingeschlossenen Bereichs zu zählen. Dazu soll die Person eine Lupe verwenden.

4

Nun kommt die Stunde der Wahrheit. Mit 15 Geschmackspapille liegst du im Durchschnitt und bist kein Superschmecker. Wer aber mehr als 30 hat, ist in den Club der Superschmecker aufgenommen. Dein Geschmackssinn ist überdurchschnittlich.

Was geschieht?

In den Geschmacksknospen auf der Zunge gibt es Rezeptoren. Mit ihnen kann der Mensch fünf grundlegende Geschmacksrichtungen unterscheiden: süß, salzig, sauer, bitter und umami (oder Glutamat, schmeckt ähnlich wie Aromat). Nur ein kleiner Teil der Bevölkerung gilt als Superschmecker. Diese Menschen haben tatsächlich einen übersteigerten Geschmackssinn. Hauptsächlich schmecken sie bitteres sehr stark. Oft haben solche Menschen Kaffee, Grapefruit oder Brokkoli nicht gern, weil sie die Bitterkeit in diesen Genuss- und Lebensmitteln zu intensiv schmecken.

Für schlaue Köpfe

Der Geschmackssinn besteht aus Rezeptorzellen, die sich auf den Geschmacksknospen und an verschiedenen Stellen auf der Zunge und im Mund befinden. Wenn wir etwas essen, verbinden sich Moleküle mit diesen Rezeptoren und lösen eine Reaktion in unserem Gehirn aus. Das Geschmacksempfinden unterscheidet sich von Mensch zu Mensch je nach unseren genetischen und anatomischen Besonderheiten. Früher als wir noch als Steinzeitmenschen durch die Steppe zogen und all unsere Nahrung in der Natur sammeln mussten, da warnte uns der Geschmackssinn vor gefährlichen oder ungesunden Nahrungsmitteln. Noch heute spucken wir eine verschimmelte Erdbeere gleich wieder aus. llichkeit liegt in der Anzahl der auf der Zunge vorhandenen Geschmacksknospen. Zudem haben neuere Studien gezeigt, dass auch genetische Faktoren eine Rolle spielen. Eine Variation in einem bestimmten Gen namens «TAS2R38» führt dazu, dass wir bestimmte bittere Lebensmittel schmecken oder eben auch nicht. Das Gen ist der Bauplan für einen bestimmten Rezeptor, der sich auf den Geschmacksknospen befindet. Dieser Rezeptor detektiert ein Molekül namens Phenylthiocarbamid (PTC). PTC ist eine bittere organische Verbindung, die von vielen Pflanzen wie Brokkoli oder Rosenkohl gebildet wird. (Diese Pflanzen verwenden es als Abwehrmittel, um sich gegen Fressfeinde zu schützen.) Abhängig von der Variation des Gens können Menschen den bitteren Geschmack von PTC schmecken oder nicht.

Einige Menschen reagieren stärker auf Geschmacksreize als der Rest der Bevölkerung und werden daher als «Superschmecker» bezeichnet. Die Ursache für diese Überempfind-



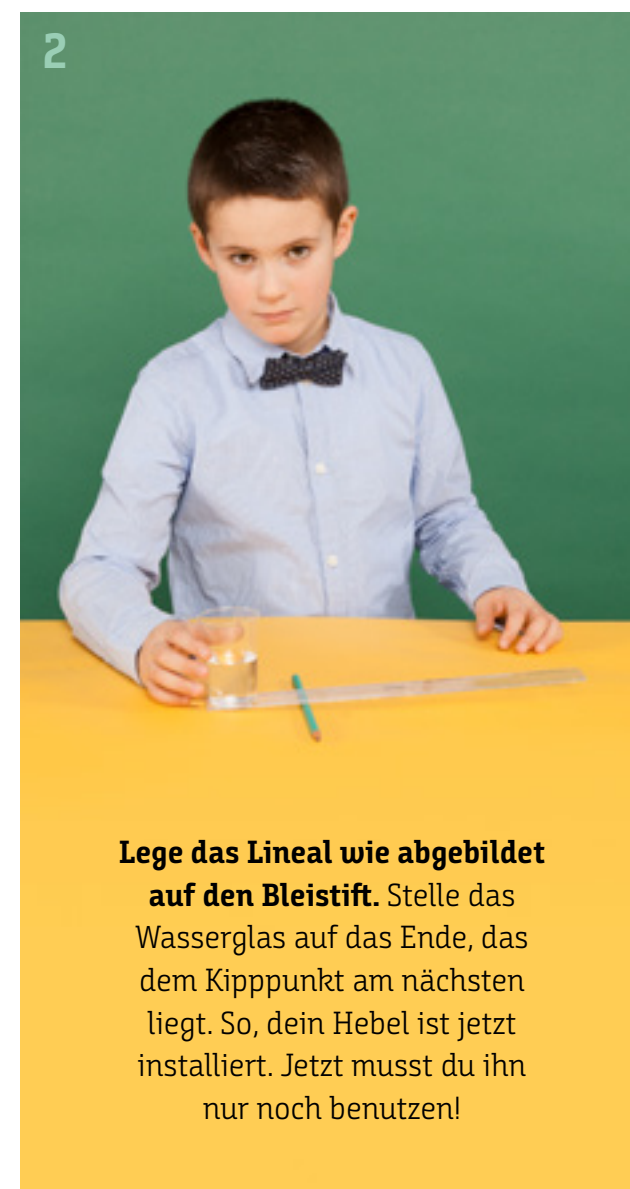
AUS DEN ANGELN HEBEN

AUS DEN ANGELN HEBEN

Kannst du ein Glas voll Wasser mit dem winzigen Gewicht eines Zuckerwürfels anheben? Nichts leichter als das! Natürlich brauchst du dazu den richtigen Hebel.



Um dieses Kunststück zu vollbringen, musst du die folgenden Materialien bereitlegen: ein Lineal, ein paar Zuckerwürfel, einen Bleistift und ein Glas Wasser.



Lege das Lineal wie abgebildet auf den Bleistift. Stelle das Wasserglas auf das Ende, das dem Kippunkt am nächsten liegt. So, dein Hebel ist jetzt installiert. Jetzt musst du ihn nur noch benutzen!



Materialien: 1 Lineal, 1 Bleistift, ein paar Zuckerwürfel und 1 Glas Wasser



Was denkst du, wie viele Zuckerwürfel musst du auf das andere Ende des Lineals legen, um das Wasserglas anheben zu können? Einen, zwei, drei oder sogar vier? Oder ist es etwa ganz und gar unmöglich?



Probieren geht über studieren! Nimm den ersten Zuckerwürfel und lege ihn auf das lange Ende des Lineals. Es ist unglaublich: das Glas hebt sich bereits!

Was geschieht?

Es war der griechische Physiker Archimedes, der bereits vor rund zweitausend Jahren sagte: «Gebt mir einen Hebel, der lang genug, und einen Angelpunkt, der stark genug ist, dann kann ich die Welt mit einer Hand bewegen.» Unsere Herausforderung hier ist zwar etwas bescheidener, da sie lediglich darin besteht, ein Glas Wasser mit einem Stück Zucker anzuheben. Aber auch dazu ist ein fixer Angelpunkt (Bleistift) und ein Hebel (Lineal) nötig. Dabei ist die Lage des Angelpunkts entscheidend. Liegt er in der Mitte des Lineals, hat der Zuckerwürfel keine Chance, das Glas Wasser anzuheben.

Für schlaue Köpfe

Der Hebel als physikalisches Prinzip und als Werkzeug ist schon lange bekannt. Archimedes schrieb ja bereits im 3. Jahrhundert v. Chr. über ihn. Damals bestanden Hebel oft aus einem einfachen Stock, mit dem sehr schwere Gegenstände mit wenig Kraft angehoben oder bewegt werden konnten.

Um einen Hebel zu verwenden, wird immer ein Drehpunkt oder Angelpunkt benötigt. Das ist die Achse, um die sich der Hebel drehen kann. Bei unserem Experiment ist es der Bleistift.

Je schwerer der zu hebende Gegenstand ist, desto grösser muss der Längenunterschied zwischen den beiden Hebelarmen sein. Dazu muss der Drehpunkt so nahe wie möglich am schwereren Gegenstand liegen. Auf diese Weise

ist er gleichzeitig so weit wie möglich von der Stelle entfernt, an welcher der Hebel bewegt wird.

Das Anheben eines Gegenstandes mit möglichst geringem Kraftaufwand bleibt nicht ohne Kosten für den, der den Hebel bedient. Denn im Extremfall legt das lange Ende des Hebels einen sehr weiten Weg zurück, während sich das kurze Ende (mit dem Gegenstand) nur um wenige Millimeter bewegt.

Das konntest du auch beim Glas beobachten. Es hat sich nur um wenige Millimeter gehoben, während das Lineal an der Seite des Zuckerwürfels mehrere Zentimeter zurücklegte. Wer sich die Physik zunutze macht, muss eben meistens auf Kompromisse eingehen!



Aus kleinen Samen wird Grosses

Aus kleinen Samen wird Grosses

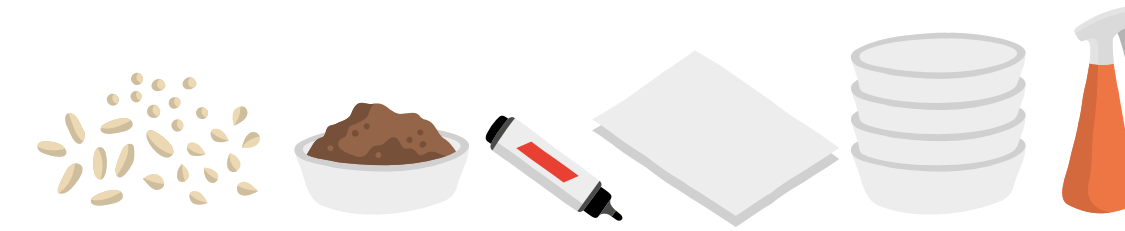
Was brauchen Samen, um zu keimen und zu
einer kräftigen Pflanze heranzuwachsen?
Reichen dazu ein bisschen Pflege und
etwas Wasser?



Für diese Mini-Ausbildung zur Gärtnerin oder zum Gärtner brauchst du ein paar Samen (Sonnenblume, Linse, Brunnenkresse, Ackerbohne), etwas Blumenerde, Wasser (am besten in einer Sprühflasche), einen Stift, einige Blätter Papier und vier Plastikteller.



Nummeriere die Teller mit Blättern mit Nummern von 1 bis 4. Fülle die Teller mit Blumenerde, streue die Samen darüber und giesse nur Teller 1 bis 3. Stelle Teller 1 und 4 an einen hellen Ort, Teller 2 in einen dunklen Raum und Teller 3 in den Kühlschrank.



Materialien: ein paar Samen (Sonnenblume, Linse, Brunnenkresse, Ackerbohne) etwas Blumenerde, 1 Stift, einige Blätter Papier, 4 Plastikteller (mit hohem Rand) und Wasser (am besten in einer Sprühflasche)



Giesse die Teller 1 bis 3 jeden Tag. Nach drei Tagen treten bereits die ersten sichtbaren Unterschiede auf. Doch sie sind noch nicht spektakulär. Also führe das Experiment noch ein paar Tage fort.



Seit der Aussaat ist nun schon eine Woche vergangen und jetzt werden die Unterschiede sehr deutlich sichtbar. In den Tellern 1 und 2 sind die Samen gekeimt und die Pflanzen haben mit dem Wachstum begonnen. In den Tellern 3 und 4 schlafen die Samen noch.

Was geschieht?

In jedem Samen schläft eine Baby-pflanze. Sie ist mit allem ausgestattet, was sie braucht, um sich in den ersten paar Tagen zu ernähren. Aber welche Bedingungen müssen erfüllt sein, um sie aus ihrem Schlaf aufzuwecken? Dieser Versuch hat gezeigt, dass ein Samen Wasser und eine günstige Temperatur benötigt. Daher erwacht ein Samen erst im Frühjahr aus dem Winterschlaf, wenn es warm und das Eis des Winters zu Wasser geschmolzen ist. Licht ist für die Keimung (bei diesen Pflanzenarten) nicht nötig. Darum können ihre Samen auch dann keimen, wenn sie im dunklen Boden vergraben sind. Erst nach der Keimung benötigt eine Pflanze Licht und Nährstoffe aus dem Boden, um zu wachsen.

Für schlaue Köpfe

Der Begriff «Keimung» bezieht sich auf den Prozess der Verwandlung eines Samens in eine neue Pflanze. Wenn Samen gerade nicht am Keimen sind, werden sie als dormant (=schlafend) bezeichnet. Die Dormanz (oder auch Keimruhe) ist eine Fähigkeit, die es der Pflanze ermöglicht, mit der Keimung zu warten, bis die Umweltbedingungen perfekt sind. Tatsächlich keimt jede Samenart nur bei einer bestimmten Ideal-Temperatur. Ist es zu kalt, kann sich der Keimungs-Prozess verlangsamen oder er stoppt sogar ganz.

In den ersten Tagen ist der keimende Samen ein Selbstversorger und benötigt keinen Boden, der ihn mit Nährstoffen versorgt. Wenn die Reserven des Samens erschöpft sind, braucht der Sämling den Boden als Lieferant von Nährstoffen, damit er sein Wachstum fortsetzen kann. Zudem holt er sich aus der Luft den Sauerstoff, den jegliches Leben benötigt. Ein weiteres wichtiges Gas aus der Luft ist Kohlenstoffdioxid, das er für den Aufbau neuer Zellen braucht.

Wasser ist vom ersten Moment der Keimung an überlebenswichtig. Das Wasser aktiviert und ermöglicht den Stoffwechsel aller Zellen des Samens und des Keimlings. Bleibt es trocken, steht der Stoffwechsel still und es gibt kein Wachstum. Aber Vorsicht: zu viel Wasser kann dazu führen, dass der Keimling schimmelt oder gar erstickt.

Eine weitere Zutat ist das Licht. Zwar geht die Keimung auch ohne Licht ganz gut, doch sobald der Sämling seine ersten Blätter entfaltet, ist das Licht unabdingbar. Das liegt daran, dass Pflanzen die sogenannte Photosynthese betreiben. Das heisst, sie wandeln mit Hilfe des Lichts das Kohlenstoffdioxid aus der Luft (CO₂) und das Wasser zu Zucker und Sauerstoff um. Den Zucker verwenden die Pflanzen als Baumaterial und stellen aus ihm neue Blätter, Stängel, Wurzeln und Blüten her.

EINE STRASSE, DIE ZUR SONNE FÜHRT

Der Phototropismus ist eine besondere Fähigkeit vieler Pflanzen. Dank ihr finden sie immer den Weg zum Licht.



1 Wickle einige Bohnensamen in ein feuchtes Küchenpapier ein und lege sie in eine Plastiktüte. Dort lässt du sie für 3 bis 5 Tage ruhen.



2 Schneide ein Loch in eine Kartonschachtel und klebe zwei rechteckige Stücke Karton hinein, um ein Labyrinth zu erstellen. Bemale die gesamte Innenseite mit schwarzer Farbe und lass alles gut trocknen.



Materialien: Küchenpapier, 1 Kartonschachtel, etwas flachen Karton, 1 Plastikbeutel mit Zip-Verschluss, Schere, Klebeband, 1 Topf mit Erde, einige Bohnensamen, schwarze Farbe und Wasser.



3 Nimm einige gekeimte Samen aus der Plastiktüte und pflanze sie in einen mit Erde gefüllten Topf. Stelle den Topf wie auf dem Foto in die Mitte der Schachtel. Giesse den Topf ein wenig. Schliesse nun die Schachtel und stelle die Box an ein helles Fenster.



4 Öffne die Schachtel einmal täglich, um zu gießen. Die Erde sollte immer feucht bleiben. Beobachte dabei, wie sich der wachsende Bohnensämling verhält. Nach ein paar Tagen sollte er den Weg zum Licht gefunden haben.

Was geschieht?

Dieses Experiment zeigt, dass sich eine Pflanze in verschiedene Richtungen bewegen kann, um zum Licht zu gelangen. Das funktioniert so: Trifft das Licht von oben auf den Spross, wachsen seine Zellen rundum gleichmässig. Trifft das Licht den Spross jedoch von der Seite (wie in unserem Experiment), dann wachsen die Zellen auf der dunkleren Seite stärker. Das hat eine Krümmung des Sprosses hin zur Lichtquelle zur Folge. Diese Fähigkeit von Pflanzen, auf Licht mit einer Bewegung zu reagieren, nennt sich Phototropismus. Er ist überlebenswichtig, denn jede Pflanze braucht Licht, um die Photosynthese betreiben zu können, Zucker zu produzieren, und zu wachsen.

Für schlaue Köpfe

Licht ist wie Wasser, Luft und Nährstoffe lebenswichtig für Pflanzen. Darum orientieren sie sich während des Wachstums immer zum Sonnenlicht hin. So stellen sie sicher, dass Photosynthese stattfinden kann und Wasser und Kohlenstoffdioxid in Sauerstoff und Zucker für das Pflanzenwachstum umgewandelt werden. Das Wort «Tropismus» bedeutet, sich in Richtung von etwas orientieren zu können. In diesem Experiment konnten wir den Phototropismus beobachten, das gerichtete Wachstum der Pflanze in Richtung des Lichts zur optimalen Aufnahme der Sonnenstrahlen.

Bei Pflanzen gibt es auch andere Arten von Tropismen, zum Beispiel den Gravitropismus (Gravitation = Anziehungskraft der Erde). Das heisst, Pflanzen können die Schwerkraft der Erde wahrnehmen und sich nach ihr ausrichten.

Eine Pflanze wächst, weil sich die Zellen an ihrer Spitze (genannt Apex) teilen. Ihr Wachstum ist auf Auxin zurückzuführen, ein Wachstums-Hormon, das für die Entwicklung einer Pflanze unerlässlich ist. Mit dem Auxin kann die Pflanze ihr Wachstum auch in eine gewünschte Richtung lenken.

Wenn das Licht nicht von oben, sondern von der Seite auf die Pflanze fällt, wird sie versuchen, sich dorthin zu orientieren und schickt mehr Auxin zu den Zellen auf ihrer dunkleren Seite. Nun wachsen diese Zellen schneller als diejenigen auf der hellen Seite. Dadurch entsteht eine Krümmung im Spross in Richtung des Lichts. Wir sprechen hier von asymmetrischem Wachstum.

Wer das Experiment noch vertiefen möchte, kann zwei weitere Boxen bauen: Die erste ist oben verschlossen, damit überhaupt kein Licht eindringen kann (Negativkontrolle). Bei der zweiten lässt man den Deckel und die Seitenwand weg, damit Licht das Innere der Box von allen Seiten erreicht (Positivkontrolle). Nun wiederholt man das Experiment mit allen drei Boxen parallel. Sowohl bei der Negativ- als auch bei der Positivkontrolle wachsen die Pflanzen einfach gerade nach oben. Mit diesem wissenschaftlichen Ansatz kannst du bestätigen, dass schräg eintreffendes Licht tatsächlich der Ursprung der Krümmung des Sprosses ist.

EINE STRASSE, DIE ZUR SONNE FÜHRT


Seifenblase unter Hochspannung



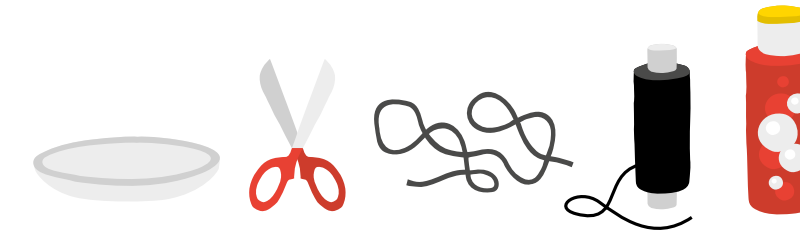
Seifenblase unter Hochspannung

Seifenblasen und Seifenfilme umgibt eine geheimnisvolle Kraft, wie dieses Experiment zeigt.

1 Zuerst musst du alle Materialien zusammensuchen, die du für die Durchführung dieses Experiments brauchst. Das sind: ein Stück Draht, Seifenblasen-Wasser (etwas Spülmittel und Wasser), eine Rolle Nähfaden, eine Schere und einen Suppenteller.



2 Forme mit dem Draht eine Schlaufe. Knüpfe danach mit dem Nähfaden ein Netz, wie auf dem Bild gezeigt. Falls das zu schwierig ist, bitte einen Erwachsenen um Hilfe.

Materialien: 1 Suppenteller, Schere, 1 Stück Draht, 1 Rolle Nähfaden und Seifenblasen-Wasser (Spülmittel mit Wasser gemischt).

3 Fülle den Suppenteller mit Seifenblasen-Wasser. Tauche nun das Fadennetz ein und ziehe es vorsichtig wieder heraus. Die vier Netzlöcher sind jetzt mit einem Seifenfilm bespannt.



4 Durchsteche mit einer schnellen und präzisen Bewegung deines Zeigefingers den Seifenfilm im mittleren Loch. Was kannst du dabei beobachten? Siehst du, dass sich das Loch in der Mitte zu einem schönen Kreis formt?



Was geschieht?

Welche Form hat eine Seifenblase? Kugelförmig natürlich, würdest du sagen. Aber warum? Es gibt ein physikalisches Phänomen, das wir Oberflächenspannung nennen. Sie bewegt die Seifenblase dazu, die flächenmässig günstigste Form anzunehmen; ihre Oberfläche sollte also möglichst klein sein. Die Kugel erfüllt diese Vorgabe am besten (ein Kubus hat eine grössere Oberfläche bei gleichem Volumen). Das bestätigt dein Experiment. Wenn du den mittleren Film durchbohrst, reduzieren die drei übrigbleibenden Seifenfilme ihre Oberfläche so weit wie möglich. Das Fadenloch in der Mitte wird von allen Seiten gespannt und es entsteht ein kreisrundes Loch.

Für schlaue Köpfe

In einer Flüssigkeit wie Wasser lagern sich die Moleküle lose aneinander. Dabei ziehen sie sich gegenseitig aus allen Richtungen an – es herrscht ein Kräftegleichgewicht. An der Wasseroberfläche können die Wassermoleküle mit den umgebenden Luftmolekülen keine Bindungen eingehen, sondern nur noch mit benachbarten Wassermolekülen. Es entsteht ein Ungleichgewicht der Kräfte und die oberste Schicht der Wassermoleküle wird nur durch stärkere Bindungen zu benachbarten und darunterliegenden Molekülen zusammengehalten. Es bildet sich ein Film auf dem Wasser, der etwas unter Spannung steht.

Auch bei Seifenblasen und hauchdünnen Seifenfilmen wirkt diese sogenannte Oberflächenspannung als zusammenziehende Kraft. Wenn sich in unserem Experiment in jedem Netzloch ein Seifenfilm befindet, verteilen sich die Zugkräfte gleichmässig. Jeder Film will so klein wie möglich werden, doch dabei behindern sie sich gegenseitig. Sobald jedoch der zentrale Seifenfilm durchstochen ist, verändern sich die Kräfteverhältnisse. Nun können sich die äusseren Seifenfilme weiter zusammenziehen,

wodurch sich die leer gewordene Fläche in alle Richtungen ausdehnt. Dabei entsteht ein Kreis, denn in der Geometrie gilt, dass bei einem gegebenen Umfang (also die Länge der Schnur für das innere Netzloch) die Kreisfläche die grösstmögliche Fläche abdeckt. Dadurch können die anderen Seifenfilme so klein wie möglich werden. Die Oberflächenspannung lässt sich im Alltag sehr leicht beobachten, etwa bei einem Teich. Insekten wie etwa Wasserläufer tippeln über das Wasser ohne unterzugehen. Die Oberflächenspannung trägt ihr Gewicht. Ebenso ermöglicht sie es, dass sich am Morgen kugelförmige Tautropfen auf Blättern und Blüten bilden.

Du kannst die Oberflächenspannung auch beobachten, wenn du ein Glas bis zum Rand füllst. Wenn du dabei das Wasser langsam in das Glas giesst, wirst du sehen, dass es sogar etwas über den Rand hinausragen kann und sich dabei nach oben wölbt. Die Flüssigkeitsoberfläche verhält sich tatsächlich wie eine Haut und verhindert ein Überlaufen des Glases!



„HOUSTON,
WIR HABEN
EIN PROBLEM!“

„HOUSTON, WIR HABEN
EIN PROBLEM!“

**Eine Rakete zu bauen ist nicht kompliziert!
Der Beweis dafür liefert dieses Experiment.**



1

**Um eine Rakete mit
Düsenantrieb herzustellen,**
benötigst du ein Filmdöschen,
eine Brausetablette
(z. B. Vitamin C) und
etwas Wasser.



2

Fangen wir an! Giesse vorsichtig
Wasser in das Filmdöschen.
Fülle es etwa zur Hälfte. Stelle es
anschliessend auf eine Unterlage,
die schmutzig werden darf.



3

Bist du angeschnallt? Jetzt
muss alles schnell gehen.
Lass die Brausetablette in das
Filmdöschen mit dem Wasser
fallen und verschliesse das
Döschen sofort mit dem
Deckel. Stelle das Döschen auf
den Deckel und entferne dich
sofort ein paar Meter.



4

Der Countdown hat begonnen:
5, 4, 3, 2, 1, Start! Die Rakete
hebt ab und zieht einen
Flüssigkeitsstrahl hinter sich her!



Materialien: 1 Filmdöschen, 1 Brausetablette (zum Beispiel Vitamin C) und Wasser

Was geschieht?

Einmal ins Wasser getaucht, beginnt die Brausetablette mit der Produktion von Bläschen. Diese bestehen aus Kohlenstoffdioxid (CO_2). Nun steigt der Druck im Döschen. Schliesslich ist er so gross, dass der Deckel abgesprengt wird. Das Wasser strömt schlagartig aus und das Döschen hebt ab. Es ist das gleiche Prinzip wie bei echten Raketen. Nur ist der Raketentreibstoff hier durch simples Wasser ersetzt.

Achtung: Dieses Experiment sollte mit Hilfe eines Erwachsenen und vorzugsweise im Freien durchgeführt werden, um eine Überschwemmung der Küche oder des Badezimmers zu vermeiden!

Für schlaue Köpfe

Richtige Raketen verwenden einen anderen Treibstoff. Doch sie nutzen kein Diesel oder Benzin. Nicht einmal Kerosin, das in Flugzeugen verwendet wird, hat ausreichend Leistung. Raketen brauchen einen viel wirksameren Treibstoff. Am häufigsten wird Wasserstoffgas verwendet. Dazu werden grosse Wasserstoff- und Sauerstofftanks an die Rakete oder das Raumschiff angebracht. Beim Start einer Rakete werden die beiden Gase vermischt und gezündet. Dabei startet eine chemische Reaktion und es entsteht... Wasser! Die zugrunde liegende chemische Reaktion läuft dabei extrem schnell – um nicht zu sagen explosionsartig – ab. Weil dabei Wärme frei wird, nennen wir sie «exotherm». Das zeigt sich schön anhand des Feuerstrahls, der aus der Rakete schiesst. Dabei wird auch sehr viel Rauch erzeugt. Doch dieser ist tatsächlich Wasserdampf, der sehr schnell aus den Raketenmotoren ausgestossen wird.

Nach dem mechanischen Prinzip des Rückstosses erzeugt der Ausstoss des Wasserdampfs einen sehr starken Schub und lässt die Rakete abheben. Wenn man weiss, dass eine Rakete mehrere hundert Tonnen wiegt, kann man sich leicht vorstellen, wie stark der Schub sein muss! Um eine Rakete von der Schwerkraft der Erde zu lösen und abheben zu lassen, muss sie eine Geschwindigkeit von mindestens 11,2 Kilometer pro Sekunde erreichen. Das sind umgerechnet 40 000 Kilometer pro Stunde. Das ist einmal um die Erde! Jetzt kannst du dir auch vorstellen, welchen enormen Kräften Astronauten ausgesetzt sind, wenn sie die Sterne erreichen wollen!

Hast du gute Reflexe?



Hast du gute Reflexe?

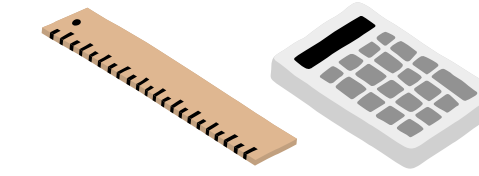
So gute Reflexe wie ein_e Sprinter_in?
3, 2, 1... Berechne deine Reaktionszeit!

1

Forme mit deinem Arm mit waagrechtem Unterarm einen rechten Winkel. Lass einen Spalt von ca. 3 Zentimetern zwischen Daumen und Zeigefinger und lass einen Freund ein Lineal senkrecht über deiner Hand halten, wobei «0 Zentimeter» auf Höhe deiner Finger ist.

2

Dein Freund soll das Lineal nun ohne Vorwarnung fallen lassen. Versuche, es so schnell wie möglich zwischen Daumen und Zeigefinger zu fassen! Bei welchem Teilstrich haben sich deine Finger geschlossen?



Materialien: 1 Lineal mit Zentimetereinteilung und 1 Taschenrechner

3

War es bei 20 Zentimetern? Oder eher bei 25 Zentimetern? Oder gar 30 Zentimeter? Anhand dieser Messung kannst du nun deine Reaktionszeit berechnen. Dazu musst du aber deinen Taschenrechner schnappen und die nachfolgende Formel anwenden.

4

Zeit (Sekunden) = Quadratwurzel der gemessenen Strecke (cm) geteilt durch 22,14. Wenn du also das Lineal bei 25 cm zu fassen kriegst, beträgt deine Reaktionszeit: 5 (= Wurzel aus 25) geteilt durch 22,14 ergibt 0,226 Sekunden.

Was geschieht?

Wenn das Lineal zu fallen beginnt, nimmt die Netzhaut deiner Augen diese Bewegung wahr und übermittelt die Information über den Sehnerv an dein Gehirn. Diese «Kommandozentrale» interpretiert das Signal und befiehlt den Fingern sogleich, das Lineal zu greifen. Der ganze Vorgang benötigt Zeit – das ist die Reaktionszeit! Sie kann (auch mit Training) nicht beliebig verkürzt werden. Zudem ist sie von Person zu Person verschieden (je nachdem, ob man gute Reflexe hat oder nicht). Im Allgemeinen nimmt die Reaktionszeit mit zunehmendem Alter ab. Ebenso ist sie stark von der gegenwärtigen Konzentration abhängig.

Für schlaue Köpfe

Die Reaktionszeit ist die Zeit, die zwischen der Wahrnehmung eines Reizes (ein Ereignis, das deine Aufmerksamkeit erregt) und deiner Reaktion darauf vergeht. Es ist eine physiologische Dauer, das heißt, sie hängt von deinem Körper ab. Dabei spielen folgende Faktoren eine Rolle:

- Die Komplexität des Reizes: Je komplizierter ein Reiz, desto länger ist die Reaktionszeit.
- Der Zustand der Person: Müdigkeit, Unaufmerksamkeit, höheres Alter, Alkohol- oder Drogenkonsum und bestimmte Krankheiten können die Reaktionszeit verlängern.
- Reizvorbereitung: Wenn du auf einen bekannten und eingeübten Reiz reagieren musst oder gezielt auf den Reiz wartest, verkürzt sich die Reaktionszeit.
- Die Art des Reizes: Jeder deiner Sinne hat eine andere Reaktionszeit. Beispielsweise ist die Reaktionszeit auf ein Geräusch (via Ohren) kürzer als auf etwas, das du mit den Augen wahrnimmst.

Im günstigsten Fall nähert sich die Reaktionszeit der magischen Grenze von 0,1 Sekunden an. Sprinter werden auf diese Zeit hintrainiert. Wenn sie auf den Startschuss warten, sollten sie 0,1 Sekunden später losrennen. Verlassen sie den Startblock in weniger als 0,1 Sekunden nach dem Schuss, handelt es sich um einen Fehlstart.

Unter optimalen Bedingungen beträgt die Reaktionszeit eines Menschen am Steuer eines Autos eine Sekunde. Bei schlechten Bedingungen (Nebel, Regen, Nacht) oder wenn der Fahrer betrunken oder müde ist, kann sich diese Zeit deutlich verlängern. Das bedeutet, dass eine Person, die mit 60 Kilometern pro Stunde fährt und ein Objekt auf der Strasse vor sich erblickt, im besten Fall 17 Meter zurückgelegt hat, bevor sie zu bremsen beginnt.

METALL STRECKT SICH



METALL STRECKT SICH

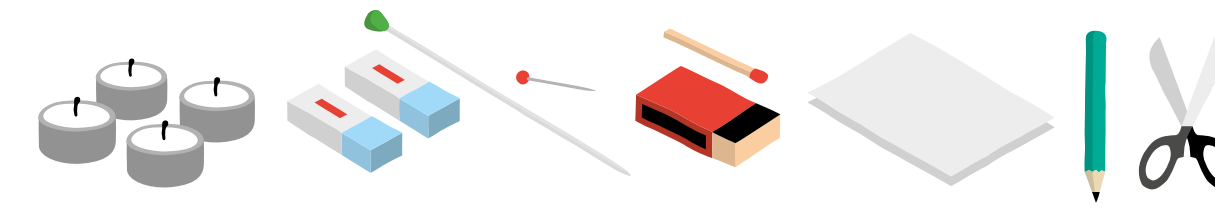
Eine Stricknadel, die sich wie Pinocchios Nase verlängert? Das ist ein Experiment, das mit Lügen nichts zu tun hat.



1 **Suche das Material** für dieses Experiment zusammen und schneide dann einen Papierstreifen von 2 Zentimetern Länge und 5 Millimetern Breite aus. Schneide die eine Seite des Streifens zu einer Spitze. Das ist der Zeiger.



2 **Stecke die Stecknadel durch die Mitte des Zeigers.** Richte nun die beiden Radiergummis wie auf dem Bild aus. Balanciere die Stecknadel auf einem davon und lege schliesslich die Stricknadel über die ganze Konstruktion.



Materialien: 4 Kerzen, 2 Radiergummis, 1 Stricknadel, 1 Stecknadel, 1 Streichholzschachtel, Papier, 1 Bleistift und Schere



3 **Da du nicht allein mit dem Feuer hantieren sollst,** kannst du nun einen Erwachsenen bitten, die Kerzen anzuzünden. Schiebe sie vorsichtig unter die Stricknadel.



4 **Schau dir den Papierzeiger genau an!** Was passiert mit ihm? Ja, er dreht sich! Nun kannst du die Kerzen ausblasen. Lass die Nadel abkühlen, bevor du sie anfässt.

Was geschieht?

Materie besteht aus Atomen, die du dir wie winzige Kügelchen vorstellen kannst. Sie sind so klein, dass du sie nicht mit blossen Auge sehen kannst. Atome zappeln ständig hin und her, auch wenn sich die Materie selbst nicht zu bewegen scheint. Werden die Atome erhitzt, zappeln sie noch stärker. Je mehr sie sich bewegen, desto mehr Platz benötigen sie. Für Metall heisst das, dass es sich ausdehnt, wie du in diesem Experiment beobachten konntest. Dieses Phänomen wird Dilatation genannt. Durch die Kerzenflammen erhitzt sich das Metall der Stricknadel und dehnt sich aus. Das führt zu einer Verlängerung der Nadel und wird durch den Ausschlag des Zeigers angezeigt.

Für schlaue Köpfe

Materie besteht aus Molekülen, die wiederum aus Atomen aufgebaut sind. In Festkörpern, wie zum Beispiel der Stricknadel, sind die Moleküle fix miteinander verbunden. Deshalb verformt sich ein Festkörper nicht ohne Eingriff von aussen. Die Bindung zwischen den Atomen hindert diese jedoch nicht daran, wenigstens etwas zu schwingen (du kannst auch zappeln dazu sagen). Je mehr der Festkörper erhitzt wird, desto mehr schwingen die Atome.

Übrigens: Wenn du ein Thermometer zur Ermittlung der Temperatur verwendest, misst du tatsächlich die Bewegung von Atomen und Molekülen!

Wennun der Feststoff ausreichend erhitzt wird, beginnen die Moleküle so stark zu schwingen, dass einige der Bindungen aufbrechen. Dabei geht das Material vom festen in den flüssigen Zustand über. Man nennt das «schmelzen». In Flüssigkeiten können sich Moleküle freier bewegen und aneinander vorbeigleiten. Aus

diesem Grund behält eine Flüssigkeit keine konstante Form, sondern passt sich dem Behälter an.

Wenn die Temperatur weiter erhöht wird, beginnen die Moleküle so heftig zu schwingen, dass sie nicht mehr aneinandergebunden sind. Nun schweben sie buchstäblich davon. Der Stoff geht von einem flüssigen in einen gasförmigen Zustand über. Dieser Prozess heisst «Verdampfung». Gase neigen dazu, das gesamte ihnen zur Verfügung stehende Volumen einzunehmen. Im Gegensatz zu festen und flüssigen Stoffen sind Gase leicht komprimierbar.

Und hier noch etwas Wissen, mit dem du deine Lehrperson beeindrucken kannst: Wasser ist der einzige Stoff, der auf der Erde natürlicherweise in allen drei Zuständen (fest, flüssig, gasförmig) vorkommt.



Chamäleon-Kohl

Chamäleon-Kohl

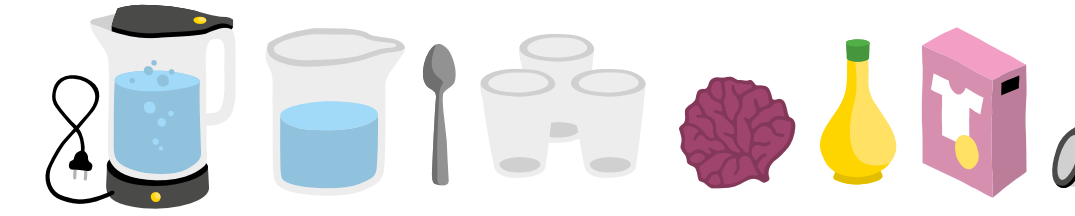
Verstehst du etwas von Säuren und Basen?
Ein bisschen farbenfrohe Chemie aus der Küche zeigt dir, worum es dabei geht.



1 **Mit der Hilfe eines Erwachsenen** gibst du einige Rotkohlblätter (etwa ein Blatt pro Deziliter) in einen Behälter mit Wasser und giesst kochendes Wasser darüber. Lass sie 5 Minuten ziehen und filtere dann das purpurfarbene Wasser mit Hilfe eines Siebs.



2 **Die gewonnene Flüssigkeit** nennt man im chemischen Fachjargon «Indikator». Fülle damit drei durchsichtige Becher oder Gläser bis zur Hälfte.



Materialien: 1 Wasserkocher, 1 Behälter, 1 Teelöffel, 3 durchsichtige Becher oder Gläser, 1 Rotkohl, Zitronensaft, Waschpulver, 1 Sieb und Wasser. (Eine Schutzbrille ist nicht unbedingt notwendig, auch wenn sie sehr modisch aussieht.)



3 **Gib nun in den ersten Becher** etwas Zitronensaft (wie auf dem Bild). Im zweiten Becher löst du einen Teelöffel voll Waschpulver auf (umrühren).



4 **Was kannst du jetzt beobachten?** Die beiden Becher, denen du etwas hinzugefügt hast, haben ihre Farbe verändert. Der linke mit dem Zitronensaft wurde rosa und der rechte mit dem Waschpulver gelb.

Was geschieht?

In diesem Experiment verwenden wir Rotkohl als sogenannten pH-Indikator. Mit ihm können wir messen, ob eine Substanz sauer oder basisch ist. Wenn du etwas Saures hinzufügst (wie den Zitronensaft) wird der Rotkohl-Aufguss rosa oder rot. Wird etwas Basisches hinzugefügt, wechselt die Farbe zu grün (bei Backpulver) oder gelb (bei Waschpulver). Jetzt liegt es an dir, weiterzuforschen! Du kannst das Experiment mit anderen Substanzen wiederholen.

Für schlaue Köpfe

Die Farbe von Rotkohl, Beeren oder Trauben basiert auf sogenannten Anthocyanen. Das ist eine Familie natürlicher Pigmente, welche bei Obst, Blumen und Gemüse die Farben Rot, Violet oder Blau erzeugen. Diese Farben dienen einerseits dazu, bestäubende Insekten anzulocken, und andererseits sind sie eine Art Sonnenschutz, der die schädliche UV-Strahlung abhält.

Anthocyane sind wasserlöslich. Zudem ermöglicht es ihre molekulare Struktur, dass sie Protonen (positiv geladene Wasserstoffatome) entweder aufnehmen oder abgeben. Diese Eigenschaft macht sie pH-empfindlich. In einer Säure nehmen Anthocyane Protonen auf und ihre Farbe wird rot. In einer Base geben sie Protonen ab und ihre Farbe wird zuerst blau und dann grün-gelb. Wenn Kohl auf saurem Boden wächst, werden seine Blätter ziemlich rot. Wächst er hingegen auf einem basischen Boden, werden seine Blätter eher blau. Beim Kochen wird dem Kohl ein wenig Zitrone hinzugefügt, um die gewünschte rötliche Farbe zu erhalten.

Anthocyane sind auch für ihre Schutzwirkung gegen sogenannte freie Radikale bekannt. Das sind chemische Substanzen, die sich in unserem Körper bilden und unsere Zellen beschädigen können. Die Anthocyane neutralisieren die freien Radikale. Man sagt, dass sie antioxidativ sind. Dadurch schützen sie uns beispielsweise vor Schäden an unserem Erbgut oder verhindern die Entstehung von Krebs, Diabetes und Fettleibigkeit.

In der Forschung wurde der regelmäßige Verzehr von Lebensmitteln, die reich an Anthocyanen sind, mit einem verringerten Risiko für die Entwicklung chronischer Krankheiten in Verbindung gebracht.

Anthocyane werden auch als Bestandteile von Solarzellen verwendet, die in Fensterscheiben eingearbeitet sind. Diese Anwendung ist bereits am Flughafen Genf oder im EPFL SwissTech Convention Center im Einsatz.



VERRÜCKTER PFEIL

VERRÜCKTER PFEIL

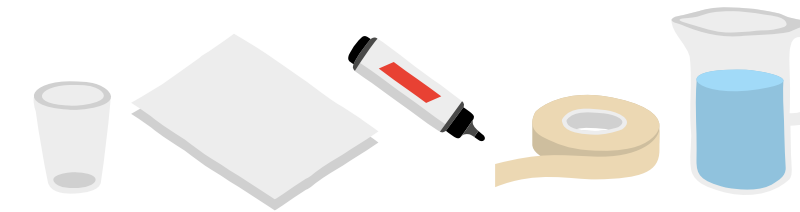
Dieser Pfeil dreht komplett durch. Einmal zeigt er nach rechts und gleich darauf nach links. Was ist bloss los mit ihm?



1 Um dieses rätselhafte Phänomen zu erforschen, benötigst du folgende Dinge: ein zylindrisches Glas, ein Blatt Papier, einen Filzstift, Wasser und Klebeband.



2 Zeichne mit dem Filzstift einen schönen Pfeil auf das Blatt Papier. Zeichne ihn schön breit aber achte darauf, dass der Pfeil nicht über den linken und rechten Rand des Glases hinausragt.



Materialien: 1 zylindrisches Glas, 1 Blatt Papier, 1 Filzstift, Klebeband und Wasser



3 **Klebe den Pfeil an die Wand.** Hole etwas Publikum dazu und wette mit ihm, dass du den Pfeil in die andere Richtung zeigen lassen kannst, ohne das Blatt zu berühren.



4 **Fülle das Glas** vor dem Publikum mit Wasser und halte es anschließend mit etwas Abstand vor den Pfeil. Siehe da, der Pfeil zeigt plötzlich in die andere Richtung!

Was geschieht?

Licht breitet sich normalerweise in einer geraden Linie aus. Beim Übergang von Luft zu Wasser oder von Luft zu Glas wird es allerdings in eine andere Richtung abgelenkt. Wissenschaftler_innen nennen dieses Phänomen Brechung. In unserem Experiment wird der Weg der Lichtstrahlen vom Pfeil zu unseren Augen verändert, weil die Strahlen beim Passieren des Wasserglases abgelenkt werden. Dadurch erscheint der Pfeil seitenverkehrt. Dasselbe passiert in unserem Auge gleich nochmals: das Licht fällt durch die Linse, wird dabei auf den Kopf gestellt und kommt so auf der Netzhaut an. Das Gehirn dreht das Bild anschliessend wieder um, damit wir alles richtig herum sehen.

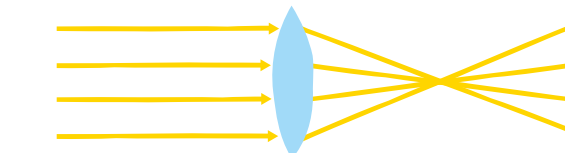
Für schlaue Köpfe

Die Lichtbrechung (Brechung) ist ein physikalisches Phänomen, das man an vielen Orten beobachten kann: Wenn wir beispielsweise einen Strohhalm in ein mit Wasser gefülltes Glas stellen und von der Seite betrachten, haben wir den Eindruck, dass der Strohhalm an der Flüssigkeitsoberfläche zerbricht.

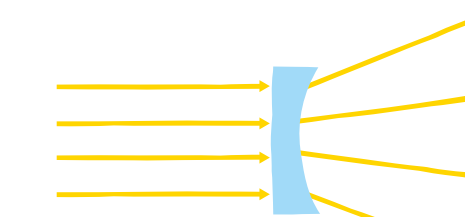
Auf der Refraktion basiert auch das Prinzip der optischen Linse.

Je nach Form der Linse können sich die Lichtstrahlen einander nähern (konvergieren) und sich schliesslich überkreuzen oder auseinanderstreben (divergieren). Das mit Wasser gefüllte Glas ist demnach eine zylindrische Sammellinse, die bei Betrachtung aus dem richtigen Abstand die Seiten des Bildes vertauscht.

Optische Linsen (der Ursprung des Begriffs stammt von der essbaren Linse) kommen in vielen Instrumenten wie Mikroskopen, Teleskopen und Kameras zum Einsatz. Aber die am weitesten verbreitete Verwendung ist die Brille. Eine Brille ist nichts anderes als zwei optische Linsen, die in einer Fassung gehalten werden. Um die gewünschte Seh-Korrektur zu erhalten, wählen die Augenoptiker_innen den geeigneten Glastyp sowie die geeignete Form der Linse (insbesondere die Krümmung der beiden Oberflächen). Bei Kurzsichtigkeit ist die Linse divergent, während bei einem Weitsichtigen oder Alterssichtigen die Linse konvergent ist. Oft ist die benötigte Korrektur beider Augen unterschiedlich.



Die Lichtstrahlen konvergieren.



Die Lichtstrahlen divergieren.



Ich mag kein Wasser.

Ich mag kein Wasser.

Es gibt Materialien, die Wasser abstossen.

Man sagt: sie sind hydrophob.

Eine Verhaltenstherapie brauchen sie deswegen nicht.



Bei diesem Experiment kannst du dein künstlerisches Talent beweisen. Du benötigst eine Glasplatte oder einen Spiegel, eine Kerze, Wasser (mit Lebensmittelfarbe versetzt) und eine Pipette.



Verwende die Kerze wie Kreide und male ein einfaches Bild auf die Glasplatte (z. B. einen Smiley). Dein Bild sollte aus geschlossenen Bereichen bestehen (Kreise, Dreiecke). Drücke dabei fest auf, damit bei jedem Strich eine gute Schicht Wachs abgerieben wird.



Materialien: 1 Glasplatte oder 1 Spiegel, 1 Kerze, Lebensmittelfarbe, 1 Pipette (1 Esslöffel geht auch) und Wasser



Jetzt ist es an der Zeit, diesem Kunstwerk Leben einzuhauchen! Gib mit der Pipette (oder dem Löffel) farbiges Wasser in das Innere der Zeichnung. Das erfordert vielleicht ein wenig Geduld.



Und hier ist das Ergebnis: ein hübscher Smiley! Du kannst viele verschiedene und auch kompliziertere Zeichnungen machen. Ebenso lassen sich unterschiedliche Farben für jeden Bereich verwenden.

Was geschieht?

Manche Materialien mögen kein Wasser. Man nennt sie «hydrophob» (aus dem Altgriechischen hydro = Wasser; phobos = Furcht). Andere hingegen lieben Wasser. Sie sind «hydrophil» (philos = liebend). Kerzenwachs ist beispielsweise hydrophob, während Glas hydrophil ist. Dank dieser beiden gegensätzlichen Eigenschaften konntest du den hübschen Smiley erschaffen. Dabei hat sich das Wasser auf dem Glas ausgebreitet. Bei den Wachsstrichen ist es aber stehen geblieben. Deshalb musst du auch geschlossene Formen machen, denn sonst würde das Wasser entkommen.

Für schlaue Köpfe

Der Begriff «Hydrophobie» bezeichnet Oberflächen und Stoffe, die Wasser abstossen oder sich nur schwer benetzen lassen. Diese Eigenschaft ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass Wassermoleküle polar sind. Das heisst, sie haben eine positiv geladene Seite (die beiden Wasserstoffatome) und eine negativ geladene Seite (das Sauerstoffatom). Insgesamt ist die Ladung des Moleküls neutral.

Wassermoleküle lieben andere polare Moleküle, wie zum Beispiel Essigsäure. Denn die positiven und negativen Ladungen ziehen sich an, als wären sie die entgegengesetzten Pole winziger Magnete. Dadurch können wir nach der Mischung das Wasser nicht mehr von der Essigsäure trennen.

Wassermoleküle können aber nicht an unpolare Moleküle wie Wachs oder Öl binden. Deshalb trennen sich Öl und Wasser immer, auch wenn

sie durch kräftiges Schütteln gemischt werden. Durch denselben Prozess bildet das Wachs in unserem Experiment eine undurchdringliche Wand für das Wasser, da sich die beiden Molekülarten gegenseitig abstossen. Man kann sich das auch so vorstellen: Die polaren Wassermoleküle ziehen sich gegenseitig an, versammeln sich an einem Ort und schliessen die Ölmoleküle (Wachsmoleküle) aus.

Hydrophobe Oberflächen und Stoffe sind in der Natur weit verbreitet. Dazu zählen Bienenwachs, die Oberfläche von Lotusblättern oder die Flügel von Insekten. Wir Menschen lassen uns von der Natur inspirieren und erschaffen künstliche hydrophobe Oberflächen wie das Teflon, das in Bratpfannen verwendet wird. Diese Form der Übertragung zwischen Natur und Technik nennt man Bionik.

KURVEN IM LICHTKEGEL

Foto © François Schauer



KURVEN IM LICHTKEGEL

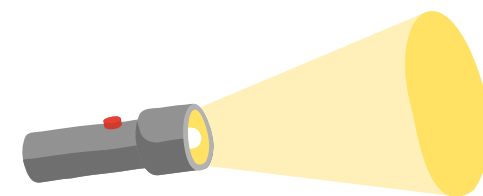
Kreis, Ellipse, Parabel, Hyperbel... Wie lassen sich diese Formen ohne geometrische Hilfsmittel zeichnen? Natürlich mit Licht!

1

Für dieses Experiment benötigst du nur sehr wenig Ausrüstung: eine Taschenlampe. Und das war's auch schon! Moment – du brauchst auch noch einen dunklen Raum, um deine Lichtformen gut beobachten zu können.

2

Halte die Taschenlampe zunächst senkrecht zur Wand. Welche Form projiziert das Licht an die Wand? Es ist ein schöner Kreis! Aber Vorsicht, dein Arm braucht nur ein wenig abzudriften und schon...



Materialien: 1 Taschenlampe

3

... wird der Kreis zur Ellipse. Wenn du den Winkel der Lampe zur Wand noch mehr veränderst, streckt sich die Ellipse extrem in die Länge. Aber pass auf! Neige die Lampe nicht zu stark, sonst...

4

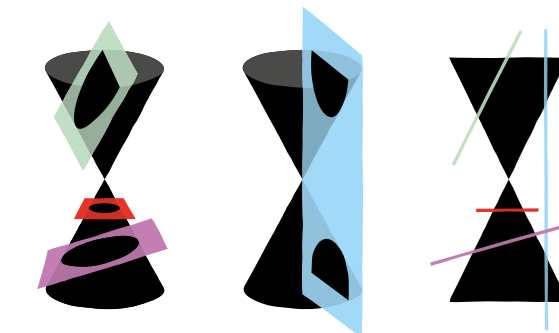
... wird die Ellipse zur Hyperbel. Das ist eine Kurve, deren Enden ins Unendliche führen und immer mehr zur geraden Linien werden. Du kannst die Lampe näher an die Wand oder weiter weg von ihr halten. Dadurch verändert sich der Öffnungswinkel der Hyperbel.

Was geschieht?

Kreis, Ellipse, Parabel und Hyperbel sind Kurven, die «Kegelschnitte» genannt werden. Das liegt daran, dass sie durch das Entzweischneiden eines Kegels mit einem geraden Schnitt entstehen. In unserem Fall besteht der Kegel aus dem Licht der Lampe und die Ebene ist die Wand. Je nach Neigung der Taschenlampe schneidet die Wand den Lichtkegel unterschiedlich und erzeugt die verschiedenen Kurven. Entdeckt hat diesen Zusammenhang zwischen Kegeln und Ebenen übrigens der griechische Mathematiker Apollonius von Perge.

Für schlaue Köpfe

Was haben diese vier sehr unterschiedlich aussehenden Kurven gemeinsam? Auf den ersten Blick ist es ja nicht offensichtlich, dass sie alle aus einem Kegel geschnitten werden können. Wenn du genau hinschaust, entdeckst du, wie jede Kurve zustande kommt. Betrachte zwei gleiche Kegel, die Spitz auf Spitz stehen (siehe Bild). Schau dir nun die Winkel der Schnittebenen mit der Kegelachse an:



- Der Kreis ergibt sich, wenn die Ebene den Kegel senkrecht zur Kegelachse schneidet (rote Ebene).
- Die Ellipse entsteht, wenn der Winkel zwischen Ebene und Kegelachse grösser ist als der Öffnungswinkel des Kegels (violette Ebene).

- Die Parabel bekommst du, wenn der Neigungswinkel der Ebene gleich gross wie der Öffnungswinkel des Kegels ist. Mit anderen Worten, wenn die Ebene parallel zu einer der Leitlinien des Kegels ist (grüne Ebene).
- Die Hyperbel entsteht, wenn der Neigungswinkel kleiner ist als der Öffnungswinkel des Kegels. In diesem Fall schneidet die Ebene beide Kegel (blaue Ebene). Achtung: bei der Taschenlampe hast du nur einen Kegel zur Verfügung.

Eine Ellipse kann auch auf anderem Wege konstruiert werden, z. B. mit der Gärtnerkonstruktion: Man setzt zwei Nägel (die Brennpunkte), um die herum man eine unelastische Schnur mit gegebener Länge festbindet. Dann spannt man die Schnur mit einem Stift und setzt diesen senkrecht auf. Nun fährt man mit dem Bleistift in den Schnurkreis ein und zieht daran, bis ihn die Nägel zurückhalten. Anschliessend geht man mit dem Bleistift an der gespannten Schnur entlang. Der Weg, den der Stift zurücklegt, ist eine Ellipse. Du kannst überprüfen, ob das tatsächlich so ist, indem du mit der Taschenlampe über das Brett leuchtest und die Ellipse aus Licht mit der gezeichneten vergleichst.



HEISS ODER KALT?

HEISS ODER KALT?

Wenn wir mit unserem Körper für kurze Zeit in eisiges Wasser eintauchen, wird uns paradoxerweise warm! Richtig oder falsch? Finde es heraus!

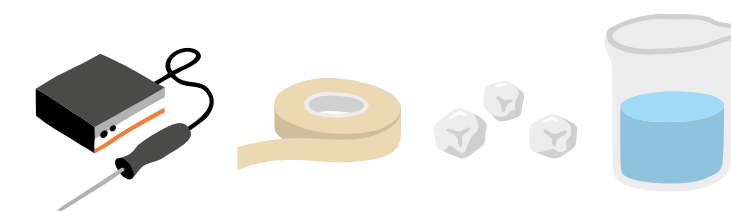
1

Für dieses Experiment am eigenen Körper benötigst du ein Küchenthermometer oder ein klassisches Fieberthermometer, Klebeband und eine Schale Wasser mit Eiswürfeln.



2

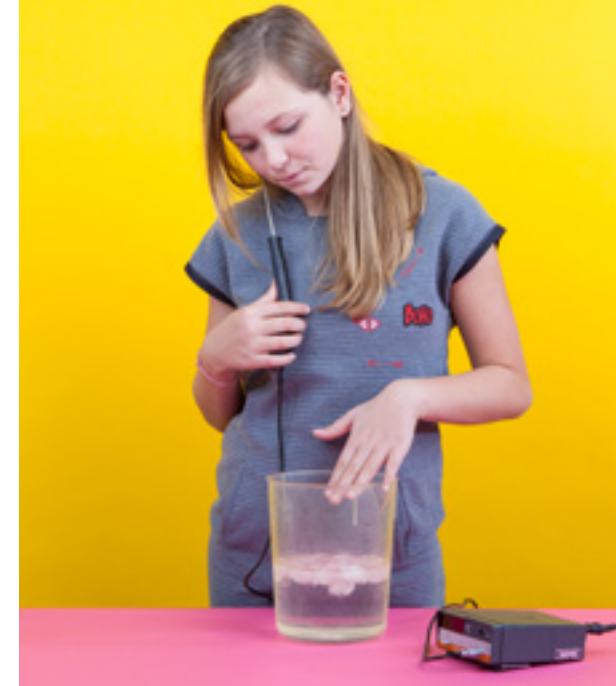
Bitte jemanden, dir beim Experiment zu helfen. Die Hilfsperson sollte das Thermometer mit einem Stück Klebeband an deinem Ohrläppchen befestigen. Hält es auch? Perfekt!



Materialien: 1 Küchenthermometer (oder 1 Fieberthermometer), Klebeband, Eiswürfel, Wasser und 1 Schale (oder Eimer)

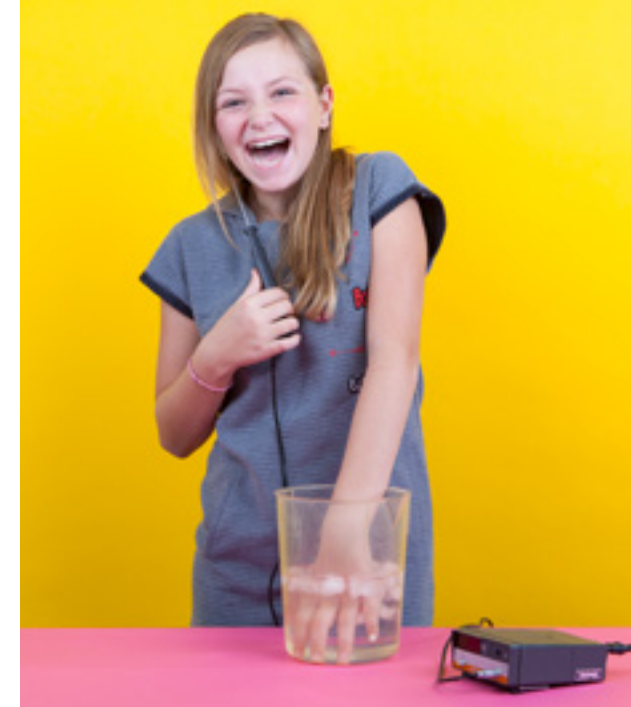
3

Da die Körpertemperatur etwas schwankt, warte vor dem Start des Experiments eine halbe Stunde sitzend im Raum des Experiments, bis deine Körpertemperatur stabil ist. Das Thermometer zeigt hier 34 Grad Celsius an. Tauche jetzt deine Hand in das eiskalte Wasser.



4

Au, das ist kalt! Auch wenn du deine Hand instinktiv aus dem Wasser nehmen möchtest, lasse sie etwa zehn Sekunden lang drin. Nimm sie anschließend raus und überprüfe gleich deine Temperatur. In unserem Beispiel ist sie auf 35 °C gestiegen!



Was geschieht?

Unser Gehirn funktioniert so multifunktional wie ein Schweizer Taschenmesser. Das heisst, es erfüllt viele Aufgaben gleichzeitig. Es reguliert zum Beispiel unsere Körpertemperatur und hält sie konstant. Was passiert, wenn du deine Hand in eiskaltes Wasser tauchst? Die Wärmerezeptoren auf deiner Haut senden eine Nachricht an dein Gehirn. Sie lautet: «Dem Körper ist eiskalt!» Das Gehirn reagiert darauf, indem es die Wärmeproduktion auf der Körperoberfläche steigert. Das macht es, indem es die Blutgefässe in den Händen, Armen, Beinen aber auch in den Ohrläppchen erweitert. Dadurch fliesst mehr warmes Blut vom Körperinneren zu diesen Stellen und sie werden wärmer.

Für schlaue Köpfe

Beim Menschen schwankt die normale Körpertemperatur je nach Tageszyklus zwischen 36 und 37 Grad Celsius und wird durch eine innere Uhr, die sogenannte zirkadiane Uhr, reguliert. Aber auch Umwelteinflüsse wie Kälte oder Hitze können dazu führen, dass die Körpertemperatur angepasst wird.

Die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur ist dank Thermorezeptoren in der Haut möglich. Diese erkennen Temperaturveränderungen. Es gibt zwei Arten von Thermorezeptoren: die erste reagiert empfindlich auf Kälte; die zweite reagiert auf Wärme. Wenn sie durch eine Änderung der Aussentemperatur stimuliert werden, senden sie die entsprechende Information an das Gehirn, das sofort reagiert.

Dem Gehirn stehen mehrere Mechanismen zur Verfügung, um schnell auf Schwankungen der Aussentemperatur zu reagieren: Schwitzen und Erweitern der Blutgefässe, wenn es heiss

ist oder Zittern und Zusammenziehen der Blutgefässe wenn es kalt ist. Sobald unser Körper der Kälte ausgesetzt wird, verengen sich unsere äussersten Blutgefässe. Dadurch wird ein übermässiger Wärmeverlust vermieden und die Temperatur im Körperinneren möglichst warm gehalten. Das heisst, die Extremitäten sind zwar kalt, aber im Körperinneren gibt es dafür noch genug Wärme, um die Organe am Leben zu halten.

Bei unserem Experiment wird nur die Hand kurz in eiskaltes Wasser getaucht. Daraufhin beobachten wir eine Erweiterung der äussersten Blutgefässe (Hand, Ohren, Füsse). Das führt zu einer Erwärmung an diesen Stellen. Den Anstieg der Temperatur können wir leicht mit unserem Thermometer feststellen. Damit will das Gehirn die Hand vor möglichen Kälteschäden schützen.



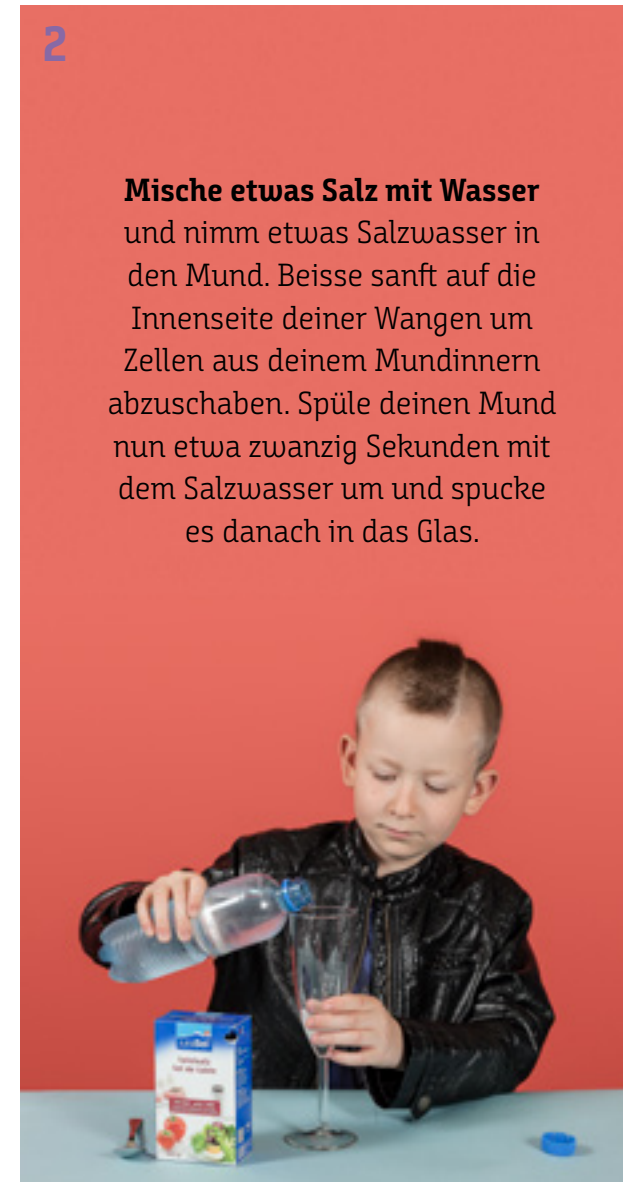
DER CODE DES LEBENS

DER CODE DES LEBENS

Das Erbgut, oder die DNA, ist bei jedem Menschen einzigartig. Darum sucht die Polizei an Tatorten nach DNA, um Verbrecher zu überführen. Das kannst du auch!



1 Für das folgende Experiment benötigst du Wasser, Salz, Spülmittel, Putzalkohol, einen Teelöffel und ein schmales Glas. Im Grunde ist es dasselbe Material, das auch die Polizei verwendet, nur etwas einfacher.



2 Mische etwas Salz mit Wasser und nimm etwas Salzwasser in den Mund. Beisse sanft auf die Innenseite deiner Wangen um Zellen aus deinem Mundinnern abzuschaben. Spüle deinen Mund nun etwa zwanzig Sekunden mit dem Salzwasser um und spucke es danach in das Glas.



Materialien: Wasser, Salz, Spülmittel, Putzalkohol, 1 Teelöffel und 1 schmales Glas



3 Gib drei Tropfen Spülmittel in das Glas und rühre um. Dadurch wird die in den Zellen enthaltene DNA freigesetzt. Um sie sichtbar zu machen, gib vorsichtig etwas Alkohol hinzu. Lasse ihn vorsichtig am inneren Rand des Glases herunterfliessen.



4 Nach etwa dreissig Sekunden bilden sich weissliche Flocken (Wissenschaftler:innen nennen das Niederschlag), die langsam im Glas aufsteigen. Das ist keine Qualle, sondern deine DNA!

Was geschieht?

Alles Leben besteht aus Zellen. Diese enthalten das Erbgut, das man im Fachjargon Desoxyribonukleinsäure nennt. Das ist die berühmte DNS. Im deutschen Sprachgebrauch verwenden wir aber meist die englische Abkürzung DNA (DesoxyriboNucleic Acid). Jeder Mensch hat seine eigene DNA, also sein eigenes Erbgut, das alle Informationen enthält, die der Körper für eine einwandfreie Funktion braucht. Weil die DNA jedes Menschen einzigartig ist, sucht die Polizei an Tatorten nach Spuren davon. Bei der Aufklärung eines Verbrechens kann diese Art von Beweis helfen, einen Verdächtigen zu entlasten oder ihn zu überführen.

Für schlaue Köpfe

Von der DNA hat wohl jeder schon einmal gehört. Im Grunde ist es einfach ein sehr langes Molekül. Es ist im Vergleich zur durchschnittlichen Grösse der Proteine in unserem Körper geradezu gigantisch. Tatsächlich ist sie bis zu zwei Meter (!) lang. Die übrigen Proteine bringen es höchstens auf einige hundert Angström (1 Angström = 0,000000001 Meter). Darum wird die DNA als Makromolekül bezeichnet.

Um zu verstehen, wie es möglich war, unsere DNA in diesem Experiment erscheinen zu lassen, müssen wir uns zunächst die Zusammensetzung dieses Makromoleküls anschauen. DNA besteht aus zwei Strängen, die sich wie in einer Wendeltreppe gegenseitig umschlingen. Man nennt das auch Doppelhelix. Diese Form konnte die britische Biochemikerin Rosalind Franklin in den 1950er Jahren erstmals mit Hilfe von speziellen Röntgenbildern nachweisen.

An der Aussenseite dieser Doppelhelix befinden sich negativ geladene Phosphatgruppen. Diese machen die DNA gut wasserlöslich. Wenn wir Salz ins Wasser geben, trennt sich das Salz in Na^+ (positive Natrium-Ionen) und Cl^- (negative Chlorid-Ionen). Die positiven Ionen verbinden sich mit den negativen Ladungen der DNA, wodurch die DNA weniger wasserlöslich wird. Das zugegebene Ethanol beschleunigt diesen Vorgang. Das führt schliesslich dazu, dass die DNA in Form der beobachteten Flocken aus dem Wasser sichtbar wird.

Alle Zellen unseres Körpers enthalten DNA. Es gibt eine Ausnahme: die roten Blutkörperchen. Aber warum sucht die Polizei an Tatorten ausgerechnet nach Blutspuren? Blut besteht nur zum Teil aus roten Blutkörperchen. Es enthält auch andere Zellen, wie etwa weisse Blutkörperchen. Diese enthalten DNA und können die Täter_innen überführen.

Alles in trockenen Tüchern

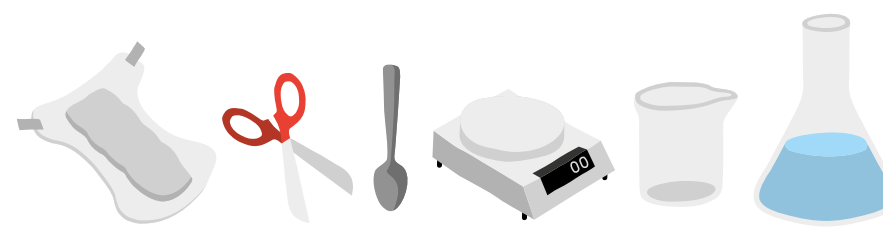
Ein Babypopo bleibt trocken dank der Kraft eines Moleküls, das tief in der Windel verborgen liegt. Es liegt an dir, das Molekül zu finden und zu testen!



Für dieses Experiment brauchst du eine Windel (die du von deiner kleinen Schwester klauen oder vom Nachbarsbaby ausleihen kannst), eine Schere, einen Teelöffel, eine Küchenwaage, ein Glas und etwas Wasser.



Schneide den oberen Teil der Windel ab, damit du an die inneren Schichten herankommst. Du wirst dort im Dschungel der Watte auf winzige Körner treffen (sie sehen wie Puderzucker aus). Sammle sie mit dem Löffel ein.



Materialien: 1 Windel, Schere, 1 Teelöffel, 1 Küchenwaage, 1 Glas und etwas Wasser



Gib die Körner in ein Glas und bestimme mit Hilfe der Küchenwaage ihr Gewicht und notiere es. Giesse nun ein wenig Wasser auf die Körner. Sie verwandeln sich daraufhin in ein Gel.



Giesse weiteres Wasser auf das Gel, bis es kein Wasser mehr aufnimmt. Ermittle nun erneut das Gewicht mit der Küchenwaage. Die Differenz zwischen den beiden Gewichten ergibt die Flüssigkeitsmenge, die von den weissen Körnern (oder vom Gel) absorbiert wurde.

Was geschieht?

Im Inneren der Windeln verbirgt sich ein sogenannter Superabsorber, der bis zum 1000-fachen seines Gewichts an Flüssigkeit aufnehmen kann. Sein Name lautet Natriumpolyacrylat. Dabei handelt es sich um ein Polymer – ein langes Molekül, das sich aus vielen kleinen Molekülen zu einer Kette zusammensetzt. Polymere kommen z. B. in Papier vor, das aus Zellulose, einem natürlichen Polymer, besteht. Kunststoffe, wie sie in Zahnbürsten, Legos und Kleidungsstücken vorkommen, bestehen aus künstlichen Polymeren. Beim Natriumpolyacrylat in den Babywindeln kleben die Polymerketten wie Spaghetti zusammen und schliessen so Flüssigkeit dauerhaft ein.

Für schlaue Köpfe

Im Gegensatz zu den kleinen Molekülen von Wasser (H_2O) oder Salz ($NaCl$), sind Polymere sehr lange Moleküle. Sie bestehen aus tausenden kleineren Molekülen, die man Monomere nennt. Sie hängen kettenförmig aneinander und bilden so ein Polymer. Polymere können natürlichen Ursprungs sein – wie DNA, Baumwolle oder Seide – oder synthetisch wie Nylon oder Polystyrol (Styropor®). Das Monomer (oder die Kombination verschiedener Monomere) bestimmt die physikalischen und chemischen Eigenschaften des daraus hergestellten Polymers. So lassen sich viele verschiedene Materialien produzieren: Kunststoffe, die starr, flexibel, transparent oder undurchsichtig sind, gel- oder pulverförmige Substanzen oder Klebstoffe.

Die Eigenschaften von Polymeren werden aber auch durch ihre Mikrostruktur bestimmt, also wie die Polymerketten untereinander organisiert sind. Sie können frei beweglich oder miteinander verbunden sein, Verzweigungen haben, in einem wilden Chaos übereinandergestapelt sein (amorphe

Struktur) oder in geordneten Bahnen nebeneinander liegen (Kristallstruktur).

In dem Polymer unseres Experiments ist das verwendete Monomer das künstlich hergestellte Natriumacrylat. Es enthält eine sogenannte Carboxylatgruppe ($R-COO-Na^+$), die Wassermoleküle sehr stark anzieht. Sehr viele dieser Monomere formen also unser Polymer Natriumpolyacrylat. Bei diesem sind die Polymerketten untereinander vernetzt, die Ketten sind also nicht frei beweglich, sondern bilden dank chemischer Bindungen zwischen den Ketten ein dreidimensionales Geflecht. Erst durch diese Vernetzung kann das Polymer das bis zu 1000-fache seines Gewichts an Wasser aufnehmen. Natriumpolyacrylat ist ein weisses Pulver, das bei Kontakt mit Flüssigkeiten aufquillt und ein Gel bildet. Es wird häufig in Haushalts- und Hygieneprodukten wie Binden, Eispackungen oder Kosmetika verwendet.

Hier noch ein kleines Rätsel: Wenn wir diesem Polyacrylat-Wasser-Gel eine konzentrierte Kochsalzlösung hinzufügen, was passiert?

Alles in trockenen Tüchern

In Luftlinie

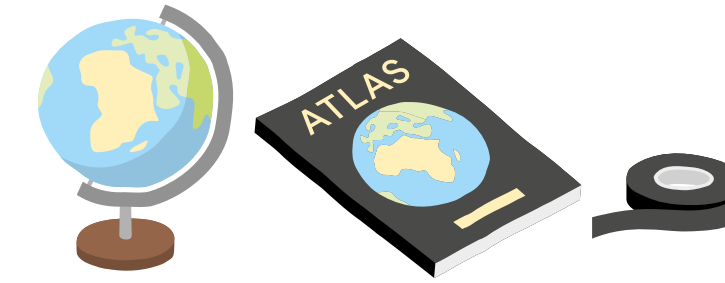
Wo verläuft die kürzeste Strecke von Zürich nach New York? Hol dir einen Atlas und einen Globus, um es herauszufinden!



Für diesen Versuch aus den Bereichen Geographie und Mathematik musst du folgendes Material bereitlegen: einen Globus, einen Atlas und eine Rolle Klebeband. Hast du alles? Dann können wir losfliegen!



Dreh den Globus, bis du Zürich und New York findest. Schneide ein Stück Klebeband ab und lege es so auf die Kugel, dass es den kürzesten Weg zwischen beiden Städten abdeckt.



Materialien: 1 Globus, 1 Atlas und 1 Rolle Klebeband



Suche nun im Atlas nach der Weltkarte. Lege auf ihr ebenfalls ein Stück Klebeband in einer geraden Linie zwischen Zürich und New York.



Was stellst du fest? Die beiden Verbindungen führen an komplett unterschiedlichen Orten vorbei. Auf der Karte überfliegt dein Flugzeug Spanien, während es auf dem Globus über den Nordwesten Frankreichs und dann über Kanada fliegt. Was ist denn hier los?

Was geschieht?

Der kürzeste Weg zwischen zwei Punkten im Atlas ist eine gerade Linie. Die Erde ist allerdings kugelförmig, der kürzeste Weg entspricht daher nicht einer Geraden, sondern einem Kreisbogen. Die kürzeste Strecke ist ein Teil eines Kreises, der durch die beiden Punkte verläuft und dessen Mittelpunkt der Erdkern ist. Warum aber verlaufen die beiden Strecken nicht entlang derselben Orte und warum sind sie nicht gleich lang? Es ist unmöglich, eine Weltkarte zu zeichnen, die die Form der Kontinente bewahrt und gleichzeitig Entfernungen richtig wiedergibt. Die Strecke im Atlas ist also verzerrt. Die kürzeste Route zwischen Zürich und New York ist die auf dem Globus.

Für schlaue Köpfe

Abgesehen davon, dass die gerade Linie nur in der Ebene der kürzeste Weg ist und nicht auf einer Kugel wie der Erde oder einem Globus, zeigt dieses Experiment eine zweite Tatsache: die flache Darstellung (eine Karte) einer Kugel gibt die Realität nicht vollständig wieder. Tatsächlich ist es unmöglich, eine perfekte Karte zu zeichnen, die sowohl die Winkel und damit die Formen (konforme Projektion) als auch die Flächen und die Distanzen (äquivalente Projektion) bewahrt.

Die gebräuchlichste Weltkarte beruht auf einer konformen Projektion, die sogenannte Mercator-Projektion. So erstellte Karten sind besonders nützlich bei der Navigation auf See, da sie die Winkel beibehalten. Das ermöglicht es den Kapitän_innen, mit dem Kompass einen Kurs von einem Ort zum nächsten festzulegen. Wie deine Erfahrung zeigt, finden sie damit aber nicht automatisch den kürzesten Weg zu ihrem Ziel.

Die Mercator-Projektion hat noch einen Nachteil: sie vergrössert Kontinente, die nahe

an den Polen liegen. Darum erscheint Grönland übermässig gross und Afrika vergleichsweise klein.

Die sogenannte Peters-Projektion gleicht diese Mängel aus. Sie ist eine äquivalente Projektion und bildet damit die Flächen der Landmassen in ihrer tatsächlichen Grösse ab. Afrika erscheint nun 14 bis 15 Mal grösser als Grönland, was in Wirklichkeit auch der Fall ist.

Doch nun erscheinen die Kontinente stark deformiert, denn bei dieser Projektionsart bleiben die Winkel und Formen nicht erhalten. Für unsere Augen, die sich solche Karten nicht gewohnt sind, sieht das seltsam aus.

Um nun wieder auf das Problem der kürzesten Strecke zu kommen: Die Darstellung, welche die Distanzen am besten bewahrt, ist die «aphylaktische» Projektion. Sie ist ein guter Kompromiss zwischen der winkeltreuen und der flächentreuen Projektion.

Es gibt viele weitere Möglichkeiten, eine Weltkarte zu erstellen. Und jede hat ihre Vor- und Nachteile.

In Luftlinie



**Top
secret!**

Top secret!

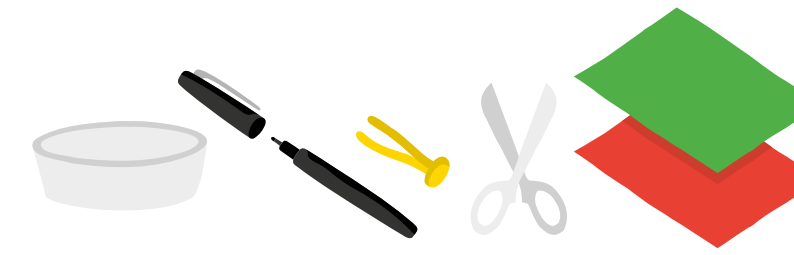
Das Verschlüsseln und Entschlüsseln von geheimen Nachrichten ist ein Kinderspiel, wenn du weisst, wie man ein Cäsar-Rad herstellt.



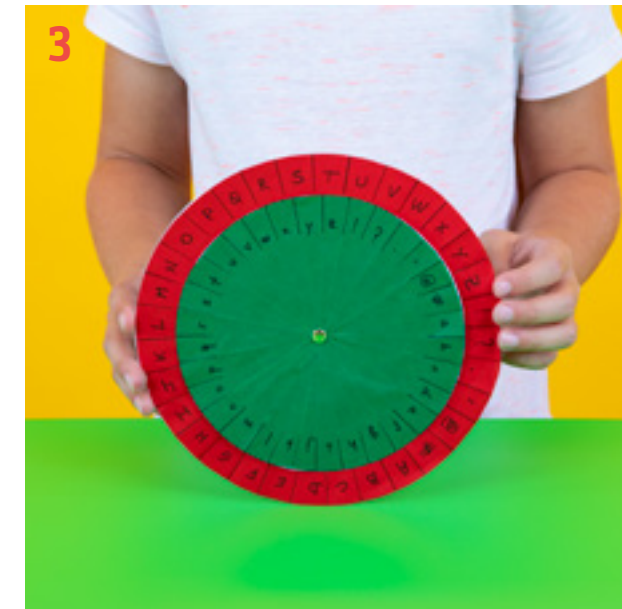
1
Zeichne auf einem dünnen Papier mit einem Zirkel (oder einer Schüssel) zwei unterschiedlich grosse Kreise. Schneide beide Kreise sorgfältig aus. Falte nun beide 5 Mal in der Hälfte. So erhältst du 32 Sektoren, wenn du sie wieder öffnest.



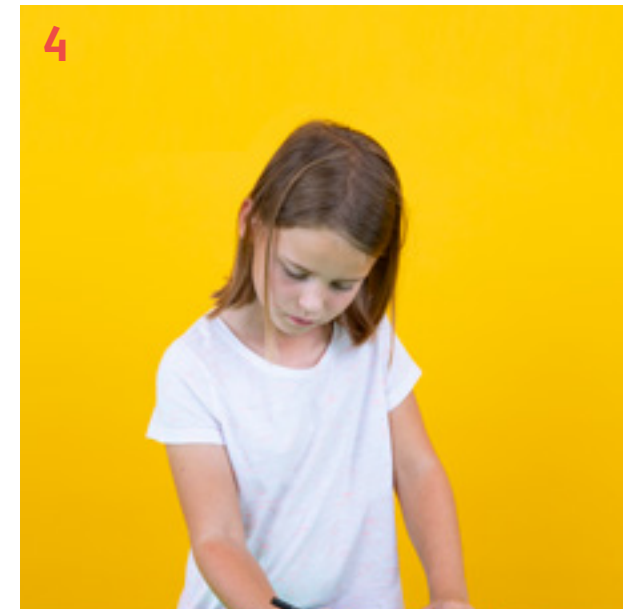
2
Schreib' mit einem schwarzen Filzstift in jeden Sektor der grossen Scheibe einen Buchstaben von A bis Z (in Grossbuchstaben) und von a bis z (in Kleinbuchstaben) auf die kleine Scheibe. Füge auf beiden Scheiben in den leeren Sektoren die Sonderzeichen ! ?, @ # hinzu.



Materialien: 1 Zirkel oder 1 Schüssel, 1 Bleistift oder Kugelschreiber, Schere, 1 Rundkopfklemmer und dünnes Papier



3
Bohre ein kleines Loch in die Mitte der beiden Scheiben. Leg' danach beide Scheiben übereinander (die grosse unten) und führe die Rundkopfklemmer durch die Löcher. Wenn du die ganze Konstruktion stabiler machen willst, klebe die Scheiben auf einen Karton.



4
Wähle einen Versatz zwischen den beiden Scheiben aus. Setze z. B. das grosse A neben das kleine c. Kannst du folgende Nachricht entschlüsseln: jcnrq? Wenn du den Grossbuchstaben neben jedem dieser Kleinbuchstaben notierst, bekommst du: HALLO.

Was geschieht?

Die Kryptographie ist die Wissenschaft, die sich mit der Verschlüsselung von Informationen befasst. Wer den Schlüssel nicht besitzt, kann die Information (zum Beispiel einen Brief) nicht lesen. Im Laufe der Geschichte haben wir immer ausgefeiltere Verschlüsselungsmethoden entwickelt. Heute, im Zeitalter der Computer, ist die Kryptographie sehr komplex geworden. Das in diesem Experiment verwendete «Cäsar-Rad» ist eines der ältesten bekannten Verschlüsselungsverfahren. Es verschlüsselt eine Nachricht durch eine einfache Verschiebung des Alphabets. Man braucht nur den «Schlüssel» zu definieren. Also in unserem Fall: $A = c$.

Für schlaue Köpfe

Ist unsere Verschlüsselung mit dem Cäsar-Rad denn auch sicher? Oder könnte eine neugierige Person, die unsere Nachricht abfängt, die Nachricht entschlüsseln? Selbst wenn sie den Schlüssel nicht hat?

Nun, es gibt verschiedene Techniken, um eine verschlüsselte Nachricht in Klartext zu übersetzen. Man nennt das «Kryptoanalyse». Beim Cäsar-Rad wird ein Buchstabe immer mit demselben Buchstaben verschlüsselt. In unserem Beispiel wird also das A immer mit einem c verschlüsselt, das B immer mit einem d usw. Um eine solche Botschaft zu knacken, kann eine Frequenzanalyse durchgeführt werden. Dazu wird die Häufigkeit eines jeden Buchstabens in der verschlüsselten Nachricht ermittelt. Der häufigste ist zum Beispiel das g. Der zweithäufigste das p.

Dieses Resultat vergleichen wir nun mit der Häufigkeit der Buchstaben in der deutschen Sprache. Der häufigste ist das E, dann kommt das N, dann das R. Das kannst du in einer sogenannten Häufigkeitstabelle nachschauen. Aus dem Vergleich ergibt sich der Schlüssel. Also $g = E, p = N$ und so weiter.

Damit die Häufigkeitsanalyse funktioniert, muss die verschlüsselte Nachricht lang genug sein. Bei Einzelwörtern oder kurzen Sätzen stimmt die Buchstabenhäufigkeit der verschlüsselten Nachricht nicht mit der Buchstabenhäufigkeit der gesamten Sprache überein. (Der häufigste Buchstabe im Wort «Sommer» ist das M und nicht das E.)

Um eine solche Frequenzanalyse zu vereiteln, würde es ausreichen, das Cäsar-Rad jedes Mal, wenn ein neuer Buchstabe verschlüsselt wird, um eine Stufe zu verschieben. Somit wird ein Buchstabe jedes Mal mit einem anderen Buchstaben verschlüsselt.

Die berühmte Verschlüsselungsmaschine «Enigma», die von den Nazis während des Zweiten Weltkriegs verwendet wurde, basiert auf diesem Prinzip (Verschiebung bei jedem Buchstaben und Verschlüsselung mit mehreren Rädern). Den Alliierten, darunter dem berühmten Alan Turing, gelang es dennoch, die von der Enigma generierten Nachrichten zu knacken, wodurch sie wertvolle Informationen erhalten konnten.



Auf den Kopf gesteckt

Auf den Kopf gesteckt

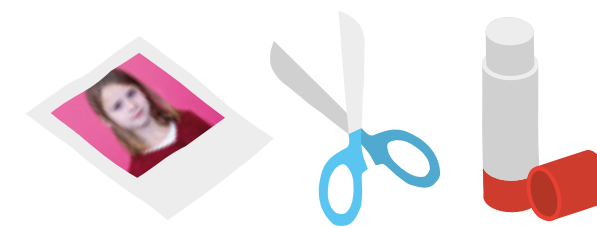
Unsere Augen können uns arg täuschen.
Der Beweis dafür liefert dir die
Thatcher-Illusion.

1

Drucke zwei Kopien eines Foto-Porträts aus. Bei einem davon schneidest du den Mund und die Augen aus. Achte beim Ausschneiden darauf, dass um jede Form ein kleiner Rand entsteht. Die Augenbrauen sollten stehen gelassen werden.

2

Klebe diese Ausschnitte nun verkehrt herum auf das zweite Porträt. Achte darauf, dass von den richtigen Augen nichts mehr zu sehen ist.



Materialien: 2 Kopien eines Foto-Porträts, Schere und Klebstoff

3

Zeige jemandem das präparierte Porträt – aber stelle es dabei auf den Kopf! Dies sollte bei der Person noch keine grosse Reaktion auslösen.

4

Jetzt drehst du das Porträt um. Die Person sollte nun sehr überrascht auf das Bild reagieren. Ihr Gehirn erkennt nun im Bruchteil einer Sekunde, dass etwas nicht stimmt.

Was geschieht?

Bei diesem Phänomen handelt es sich um eine optische Täuschung – eine, die uns fast verrückt macht! Sie wurde 1980 vom Psychologieprofessor Peter Thompson entworfen. Sie ist als «Thatcher-Illusion» in die Geschichte eingegangen, weil er das Porträt der damaligen britischen Premierministerin Margaret Thatcher verwendete. Diese optische Täuschung zeigt, dass unser Gehirn Schwierigkeiten hat, Unstimmigkeiten in einem Porträt zu erkennen, wenn es auf dem Kopf steht. Eine Studie aus dem Jahr 2009 belegte, dass auch Primaten Opfer dieser Täuschung werden.

Für schlaue Köpfe

Forscher wissen schon lange, dass optische Täuschungen nicht nur nette Tricks sind, um das Publikum zu verblüffen, sondern sehr gute Werkzeuge darstellen, um die Funktionsweise des Gehirns zu untersuchen.

So ermöglichen es optische Täuschungen, bestimmte psychische Störungen wie beispielsweise Schizophrenie zu studieren. Heutzutage ist dies umso einfacher, da wir über die technologischen Möglichkeiten verfügen, die Aktivität des Gehirns in Echtzeit zu visualisieren und zu messen.

Die Thatcher-Illusion hat es ermöglicht, mehr darüber zu erfahren, wie Menschen Gesichter wahrnehmen. Menschen und die grossen Primaten haben die Fähigkeit, ein Gesicht sehr schnell zu erkennen und seine besonderen Merkmale von denen Hunderter anderer Gesichter zu unterscheiden. Diese Fähigkeit ist

für unsere tägliche Kommunikation so wichtig, dass sich im Laufe unserer Evolution ein bestimmter Teil des Gehirns vollständig auf die Analyse von Gesichtern spezialisiert hat.

Da sich der Mensch aber nicht auf dem Kopf stehend entwickelt hat, wird dieser besondere Teil unseres Gehirns nur dann aktiviert, wenn uns ein Gesicht aufrecht präsentiert wird. Steht das Gesicht hingegen auf dem Kopf, muss unser Gehirn zuerst «begreifen», dass es sich beim präsentierten Bild um ein Gesicht handelt, bevor es feststellen kann, dass mit ihm etwas nicht stimmt.



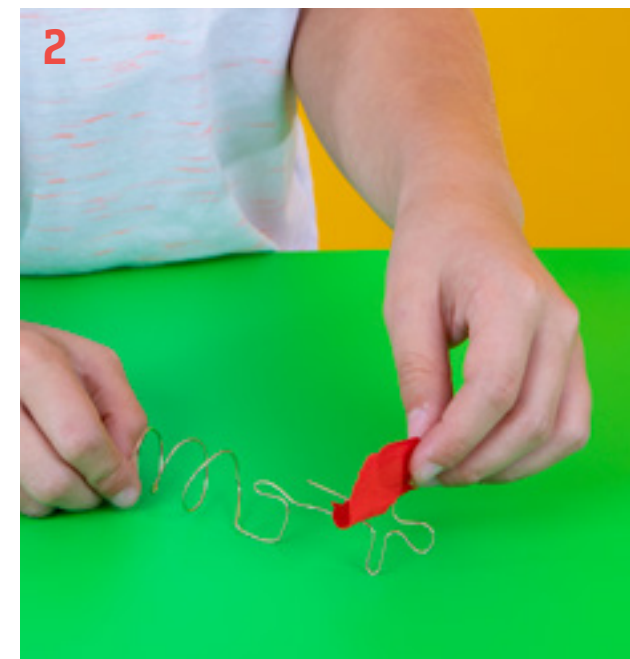
TANZ DER ELEKTROMOTORS

TANZ DER ELEKTROMOTORS

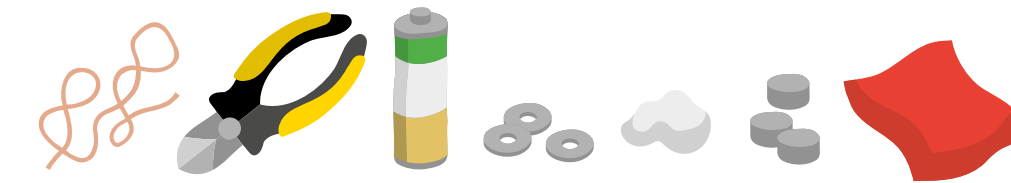
Aus den einfachsten Mitteln kannst du dir einen simplen Elektromotor bauen. Glaubst du das nicht? Na, dann schau her.



1
Stelle zuerst das benötigte Material zusammen: etwas Kupferdraht, einen Drahtschneider, eine 1,5 Volt AA-Batterie, Unterlegscheiben aus Metall, Leim (oder doppelseitiges Klebband), drei starke Magnete (Typ N48 oder ähnlich) und ein Stück Krepppapier.



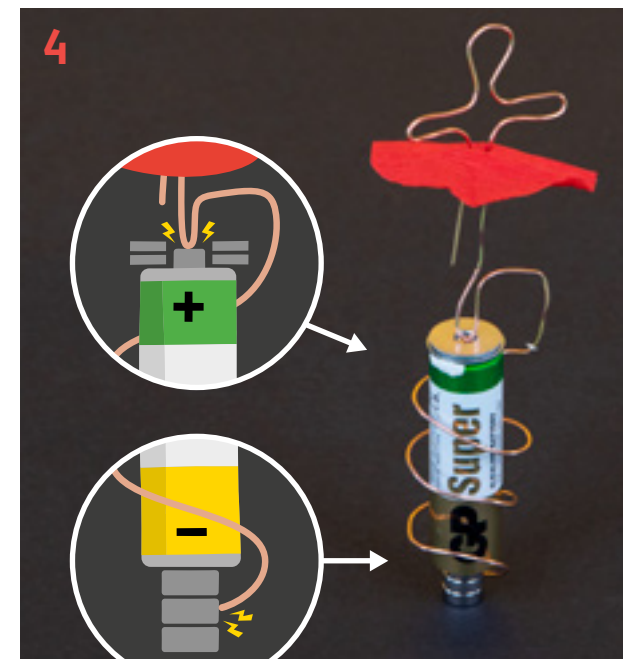
2
Wickle den Kupferdraht um deinen Finger, um eine Spirale zu formen. Biege das eine Ende des Drahts zu einem Tänzer oder einer Tänzerin (siehe Bild). Du kannst ihm oder ihr ein Tutu aus Krepppapier anziehen.



Materialien: Kupferdraht, 1 Drahtschneider, 1,5 Volt AA-Batterie, Unterlegscheiben aus Metall, Leim (oder doppelseitiges Klebband), 3 starke Magnete (Typ N48 oder ähnlich) und 1 Stück Krepppapier



3
Jetzt müssen wir dem Tänzer_in das Tanzen beibringen. Platziere die drei Magnete am Minuspol der Batterie. Klebe zwei Unterlegscheiben auf den Pluspol. Dabei sollte das Loch in der Mitte der Unterlegscheiben frei bleiben.



4
Balanciere den Tänzer_in auf dem Stapel. Der Fuss muss den Pluspol berühren. Gleichzeitig muss das Ende der Spirale die Magnete berühren, um Kontakt zum Minuspol herzustellen. Dann, macht der Tänzer, die Tänzerin die schönsten Pirouetten.

Was geschieht?

Eben hast du den einfachsten Elektromotor der Welt gebaut. Ein Elektromotor wandelt elektrische Energie (Strom) mit Hilfe eines Magnetfelds in eine Bewegung um. Genau das gleiche passiert in unserem Experiment. Der Strom stammt von der Batterie und das Magnetfeld natürlich von den drei Magneten – und schon beginnt sich unser Motor zu drehen. Ein Elektromotor ist das Gegenteil eines Dynamos (Generators). Beim Dynamo liefern wir die Bewegungsenergie (zum Beispiel durch Treten auf unserem Fahrrad), um Strom zu erzeugen und damit eine Glühbirne zum Leuchten zu bringen.

Für schlaue Köpfe

Wenn du den Tänzer, die Tänzerin auf die Batterie stellst, stellst du einen Stromkreis her. Das liegt daran, dass die verwendeten Materialien leitfähig sind. Das heisst, Strom, oder besser gesagt, die «Elektronen» fliessen vom Minuspol zum Pluspol der Batterie. Dabei durchströmen sie auch das von den Magneten erzeugte Magnetfeld. Ein physikalisches Gesetz besagt, dass ein geladenes Teilchen wie ein Elektron, das sich durch ein Magnetfeld bewegt, einer Kraft (Lorentzkraft) ausgesetzt ist. Diese setzt schliesslich die Ballerina in Bewegung. Alle Elektromotoren funktionieren gemäss diesem Prinzip. Sie bestehen aus Magneten und mehreren Kupferspulen. Sobald ein Strom durch die Spulen fliesst, beginnt sich der Motor zu drehen.

Es gibt auch ein «umgekehrtes» Gesetz, das sogenannte Lenz-Faraday-Gesetz. Es besagt, dass ein elektrischer Strom in einem Stromkreis (z. B. eine Kupferspule) zu fliessen beginnt, wenn letzterer sich durch ein festes Magnetfeld bewegt. Genauso beginnt Strom zu fliessen, wenn sich das Magnetfeld in einer Kupferspule verändert. Man sagt: es wird ein Strom «induziert».

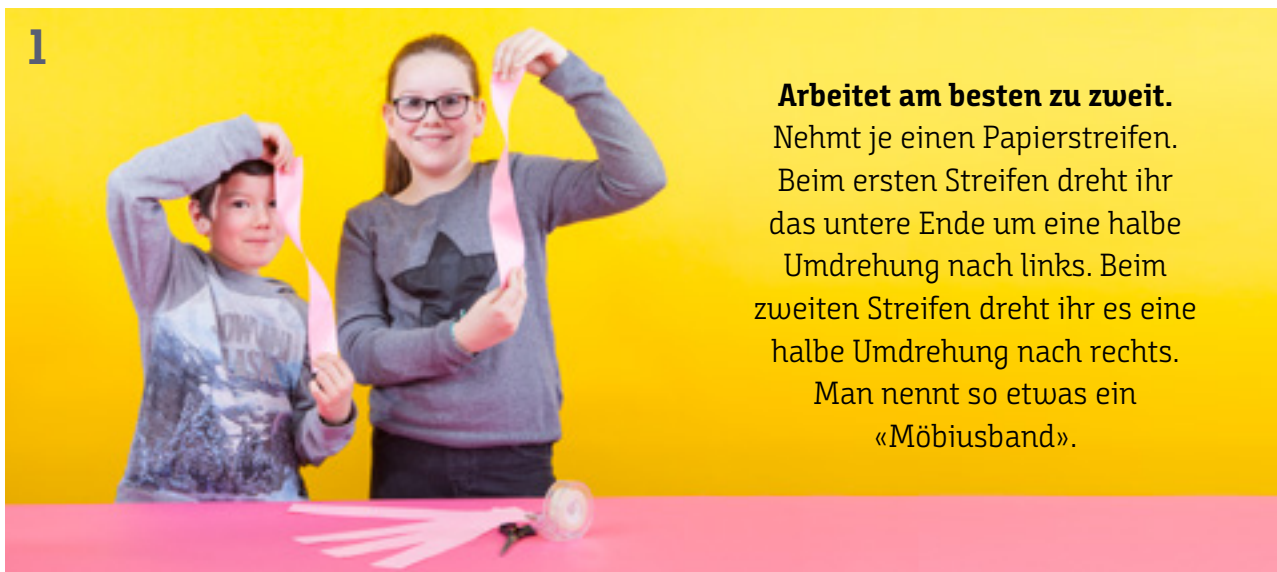
Das ist das Prinzip von elektrischen Generatoren. Sie wandeln Bewegung in Elektrizität um. Genau wie der Elektromotor bestehen sie aus Kupferspulen und Magneten. Wenn die Magnete gedreht werden – beispielsweise bei einer durch Wasser, Wind oder Dampf angetriebenen Turbine – beginnt elektrischer Strom in der Spule zu fliessen. Die Bauweise von Elektromotoren und Generatoren ist praktisch identisch. Das heisst, beide sind Motor und Generator zugleich. Das ist sehr praktisch. So können die Turbinen von Pumpspeicherkraftwerken im Elektromotor-Modus Wasser vom Tal in ein Staubecken auf dem Berg pumpen. Das macht man in der Nacht, wenn die Stromproduktion die Nachfrage übersteigt. Während des Tags, wenn die Nachfrage nach Strom gross ist, lässt man das Wasser wieder zurück zu den Turbinen im Tal fliessen. Nun sind sie im Generator-Modus und wandeln die Bewegungsenergie des Wassers in Strom.



EINE FORMEL FÜR DIE LIEBE

EINE FORMEL FÜR DIE LIEBE

Mit diesem Experiment bastelst du ein romantisch-mathematisches Geschenk für deine Liebste oder deinen Liebsten.



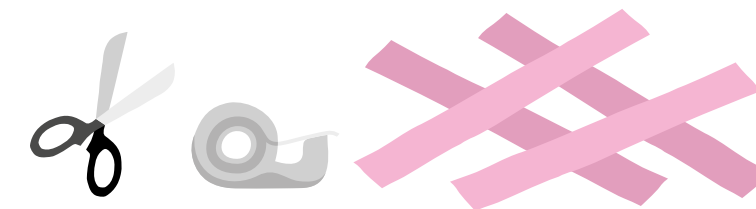
1

Arbeitet am besten zu zweit. Nehmt je einen Papierstreifen. Beim ersten Streifen dreht ihr das untere Ende um eine halbe Umdrehung nach links. Beim zweiten Streifen dreht ihr es eine halbe Umdrehung nach rechts. Man nennt so etwas ein «Möbiusband».



2

Führt die Enden der Streifen zusammen, so dass zwei geschlossene Schlaufen entstehen. Fixiert die Enden mit einem Streifen Klebeband. Anschliessend klebt ihr die beiden Schlaufen rechtwinklig aneinander (siehe Bild).



Materialien: Schere, Klebeband und Papierstreifen



3

Nun scheidet ihr mit der Schere die beiden Möbiusbänder in zwei Hälften. Aber Vorsicht: Nicht quer, sondern der Länge nach!



4

Entfaltet eure Arbeit. Achtet darauf, dass ihr dabei nichts zerreisst. Was ist hier entstanden? Es sind zwei ineinander verschlungene Papierherzen!

Was geschieht?

Ein unverdrehter Papierring hat zwei Seiten: eine Innenseite und eine Aussenseite. Das Möbiusband hingegen weist die Besonderheit auf, dass es nur eine Seite hat. Du kannst das überprüfen, indem du mit dem Finger am Möbiusband entlangfährst. Du wirst ihn nie absetzen müssen und gelangst trotzdem an jede Stelle des Bandes.

Bei diesem Experiment werden zwei Möbiusbänder miteinander verbunden, die spiegelverkehrt zueinander sind. Aus ihnen entstehen zwei spiegelverkehrte Herzen. Das eine ist das Spiegelbild des anderen. Wissenschaftler:innen nennen das Chiralität.

Für schlaue Köpfe

Unsere beiden Möbiusbänder lassen sich nicht deckungsgleich übereinanderlegen, weil sie spiegelverkehrt sind. Man bezeichnet sie darum als chirale Objekte. Chiral oder Chiralität kommt vom griechischen Wort «cheir», was «Hand» bedeutet. Man hat diesen Begriff gewählt, weil auch unsere Hände spiegelbildliche Abbildungen voneinander sind. Die Chiralität spielt in der Chemie eine grosse Rolle. Es gibt Moleküle, die bestehen aus genau denselben Atomen, aber sie sind spiegelverkehrt. Dabei können die chiralen Moleküle grundverschiedene Eigenschaften haben. Sie können zum Beispiel unterschiedlich riechen.

Dieses Experiment zeigt die Bedeutung der Chiralität sehr schön. Wenn du versuchst, die Herzen aus zwei Möbiusbändern zu bauen, die sich in die gleiche Richtung drehen, wird es dir nicht gelingen! Das Möbiusband ist eine mathematische Kuriosität, die in der Kunst, in Logos, Videospielen, Filmen, Skulpturen und sogar in Achterbahnen weit verbreitet ist. Diese Form wurde schon bei den Maschinen des 19. Jahrhunderts verwendet, um beide

Seiten eines Riemens gleichermassen abzunutzen. Die mathematische Theorie spielte damals noch nicht so eine grosse Rolle.

Das Studium des Möbiusbandes ist Teil der Topologie. Das ist ein Zweig der Mathematik. Hier werden die Eigenschaften von dreidimensionalen Objekten untersucht. Dabei werden die Objekte wie beispielsweise eine Tasse in Gedanken so weit verformt, dass daraus beispielsweise ein Doughnut entsteht. In der Topologie sind sich beide Objekte ähnlich, weil sie beide ein Loch haben. Aber um auf unser Experiment zurückzukommen: Wir können uns hier viele weitere Fragen stellen. Sind die beiden Herzen ebenfalls chirale Objekte? Sind die Herzen selber ebenfalls Möbiusbänder mit nur einer Seite oder haben sie zwei Seiten wie ein normaler Papierring? Wie können wir vor dem Schneiden wissen, ob wir ein oder mehrere Stücke erhalten oder ob die Stücke miteinander verschlungen sind? Finde es heraus!



Die Eisstiel-Bombe

Die Eisstiel-Bombe

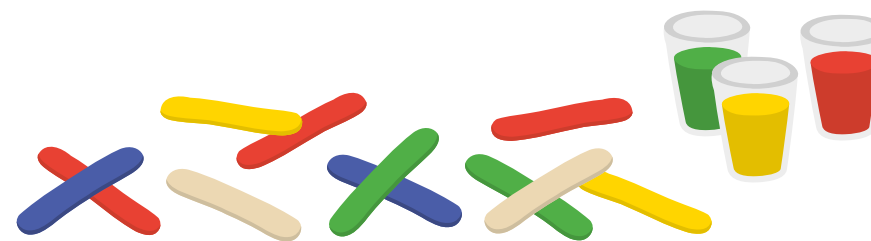
Heute lernst du, wie man eine Bombe baut.
Keine Angst – sie ist völlig ungefährlich.
Explodieren werden allein deine
Lachmuskeln.



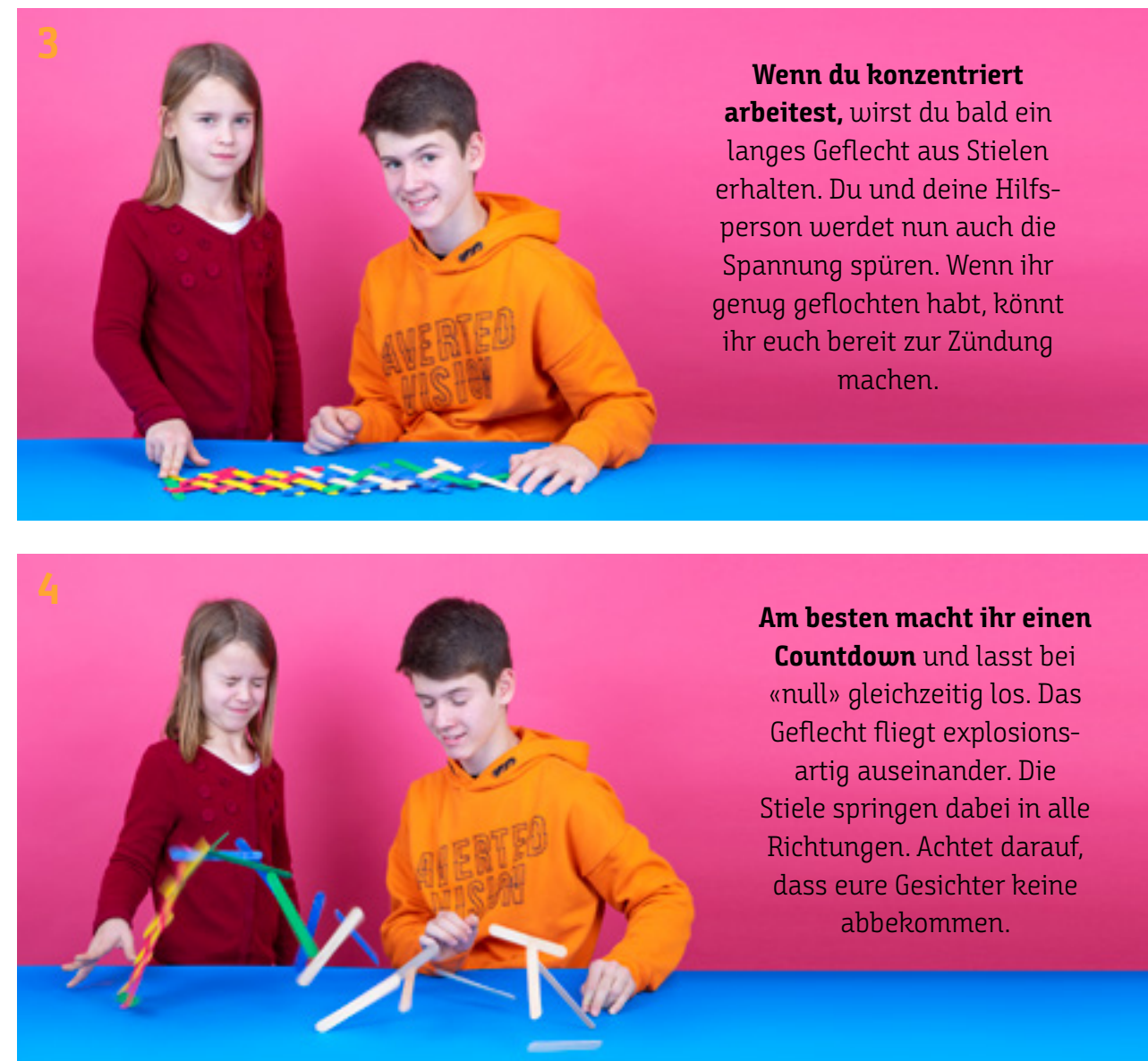
Um diese Pseudobombe herzustellen, brauchst du rund zwanzig Eisstiele. Bemale sie in verschiedenen Farben. Das erleichtert dir den Zusammenbau. Wähle anschliessend drei von ihnen aus und setze sie zu einem «A» zusammen (siehe Bild).



Ab diesem Arbeitsschritt solltest du dir von jemandem helfen lassen. Die Hilfsperson sollte die Spitze des «A» mit zwei Fingern festhalten, um eine vorzeitige Explosion zu verhindern. Flechte nun die restlichen Stiele, wie auf dem Bild gezeigt, ineinander.



Materialien: etwa zwanzig Eisstiele und Wasserfarben



Wenn du konzentriert arbeitest, wirst du bald ein langes Geflecht aus Stielen erhalten. Du und deine Hilfsperson werdet nun auch die Spannung spüren. Wenn ihr genug geflochten habt, könnt ihr euch bereit zur Zündung machen.

Am besten macht ihr einen Countdown und lasst bei «null» gleichzeitig los. Das Geflecht fliegt explosionsartig auseinander. Die Stiele springen dabei in alle Richtungen. Achtet darauf, dass eure Gesichter keine abbekommen.

Was geschieht?

Um die Stiele so zu verflechten, müssen sie sich ein wenig verformen. Genauer gesagt, werden sie unter Spannung gebogen. Sobald ihr alles loslasst, entspannen sich die Stiele wieder und kehren in ihre ursprüngliche Form zurück. Dabei wird die sogenannte Spannenergie freigesetzt. Sie ist für die Explosion verantwortlich. In den 1980er Jahren entwickelte der US-Amerikaner Timothy Fort, Spitzname «Kinetic King», mehrere solcher Stabbomben (stick bombs). Die bekannteste von ihnen heisst «Cobra Interlacing» und genau diese habt ihr hergestellt.

Für schlaue Köpfe

Wenn du Holzstiele in dieser Weise ineinanderflechtest, verformen sie sich und speichern dabei Spannenergie. Wird das Geflecht «freigelassen», kehren die Stiele in ihre natürliche Position zurück. Dabei wird die Spannenergie explosionsartig in kinetische Energie (Bewegungsenergie) umgewandelt. Jeder Stiel kann mehrere Dutzend, ja sogar Hunderte von Millijoule speichern. Für ein Objekt von so geringer Masse ist das ganz schön viel! Mit einer Spannenergie von 150 Millijoule kann sich ein Stiel in eine Höhe von 6 Metern katapultieren oder in der Horizontalen eine Geschwindigkeit von 11 Metern pro Sekunde erreichen. Allerdings beobachten wir in unserem Experiment weder solche Höhen noch so hohe Geschwindigkeiten. Aber warum denn nicht? Der Grund: Während der Explosion gehen mehr als 75 Prozent der Spannenergie durch die Reibung der Stiele aneinander sowie durch ihre Kollisionen untereinander verloren.

Bei grossen Stabbomben lässt sich eine Welle beobachten, die sich mit einer Geschwindigkeit von einigen Metern pro Sekunde ausbreitet,

während die Stäbe nur wenige Dutzend Zentimeter hoch geschleudert werden. Je nachdem, wie die Stiele miteinander verflochten sind, sieht die Explosion anders aus. Unsere Stabbombe wird «Kobra-Welle» genannt. Wenn sie ausgelöst wird, biegt sich das explodierende Ende nach oben. Das sieht aus wie eine Kobra, die in der Drohhaltung ihren Kopf aufrichtet.

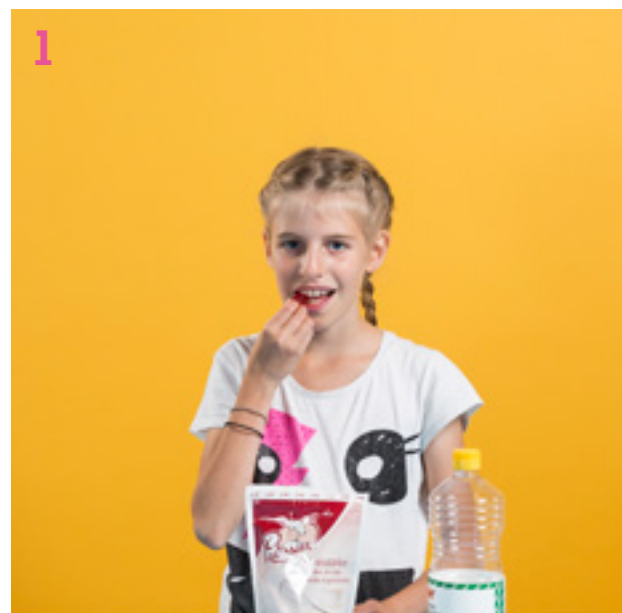
Dabei breitet sich die Explosionsfront wellenförmig aus, wie ein Seil, das hin und her geschwungen wurde. Zurück bleibt ein Haufen unordentlich verstreuter Stiele. Diese besondere Form der Explosion ergibt sich aus der Tatsache, dass jeder Stiel von vier anderen festgehalten wird. Dabei befindet sich immer ein Ende **auf** und das andere Ende **unter** einem Stiel. Eine solche Struktur wird als polarisiert bezeichnet. Dies hat eine doppelte Folge: Auf der einen Seite werden die Stäbe nach oben und auf der anderen Seite nach unten katapultiert. Dadurch hebt sich die Explosionsfront vom Boden ab.



Schleim

Schleim

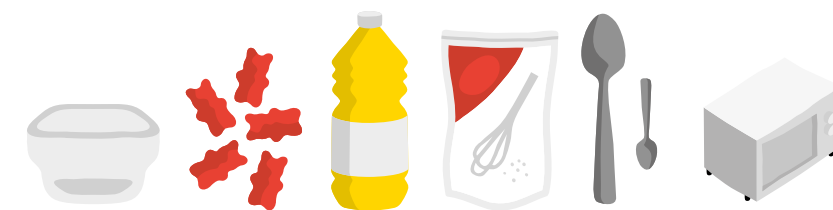
Dieses furchtbare Experiment passt zu Halloween. Du verwandelst unschuldige Gummibärchen in Schleim!



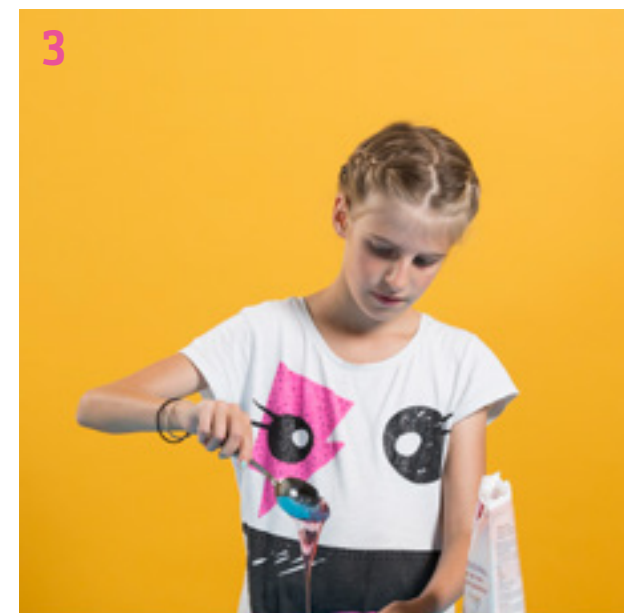
Für dieses Experiment benötigst du einen Esslöffel, einen Teelöffel, 100 Gramm Gummibärchen, eine Glasschale, Stärke und ein wenig Pflanzenöl.



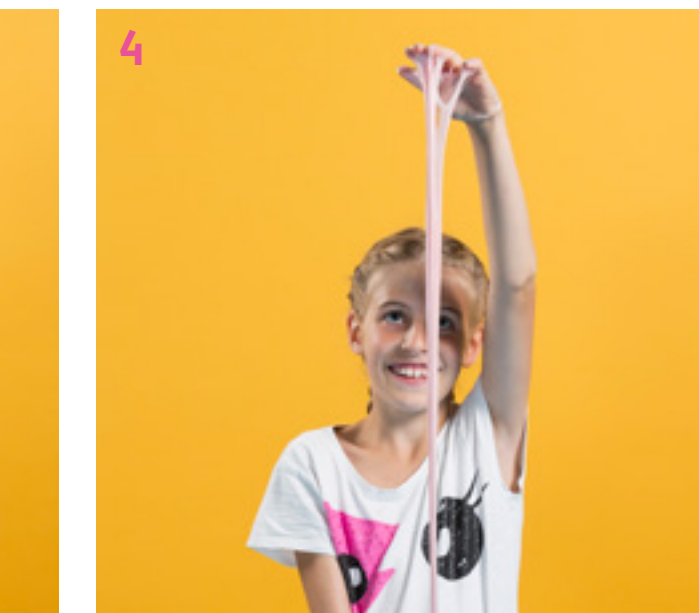
Gib die Gummibärchen in die Glasschale und stelle sie in die Mikrowelle. Lass sie für 30 Sekunden bei maximaler Leistung erhitzen. Auf diese Weise verwandeln sie sich in eine zähflüssige Paste.



Materialien: 1 Glasschale (mikrowellenfest), 100 g Gummibärchen, Pflanzenöl, Stärke, 1 Esslöffel, 1 Teelöffel und 1 Mikrowelle



Du hast nun eine dickflüssige Paste erhalten. Achtung, sie ist sehr heiss. Achte darauf, dass du dich nicht verbrennst! Füge etwa 4 Teelöffel Stärke hinzu und mische gut durch, bis du eine Substanz erhältst, die elastisch ist und nicht klebt.



Wenn der Teig zu klebrig ist, kannst du etwas mehr Stärke hinzugeben. Wenn du die richtige Konsistenz gefunden hast, rührst du einen Esslöffel Pflanzenöl unter, um den Schleim fertigzustellen.

Was geschieht?

Um zu verstehen, wie sich Gummibärchen in Schleim verwandeln, muss man sich ihre Struktur mit einem sehr starken Mikroskop betrachten. Dann sieht man, dass die Gelatine der Gummibärchen grösstenteils aus einem Protein namens Kollagen besteht. Dieses sieht aus wie ein Seil, das aus drei Schnüren geflochten ist. Wenn die Gelatine erhitzt wird, brechen die Verbindungen zwischen den Schnüren auf und es entsteht eine Flüssigkeit. Dieser setzen wir Stärke zu, damit sie beim Abkühlen nicht wieder fest wird.

Für schlaue Köpfe

Gelatine ist ein Produkt tierischen Ursprungs. Es besteht aus Kollagen, dem am häufigsten vorkommenden Protein im Tierreich. Es ist verantwortlich für die hohe mechanische Widerstandsfähigkeit von Körpergewebe wie Haut, Sehnen oder Knochen. Die Hauptbestandteile aller Proteine, einschließlich Kollagen, sind Aminosäuren. Sie verbinden sich zu sehr langen Ketten, die man als «Polypeptide» bezeichnet. Du kannst diese Aminosäuren mit den Perlen einer Halskette vergleichen. Wenn du viele von ihnen aneinanderreihst, erhältst du eine Kette – also ein Polypeptid.

Die meisten Proteine bestehen aus mehreren solcher Ketten, die lose miteinander zu einem Strang verflochten sind. Zwischen den Ketten bestehen sogenannte Wasserstoffbrücken. Du kannst sie mit kleinen Ärmchen vergleichen, mit denen sich die Ketten gegenseitig festhalten. Dadurch wird der ganze Strang stabil.

Die Wasserstoffbrücken reagieren jedoch empfindlich auf Wärme. Beim Erhitzen der Gelatine brechen sie auf und die Ketten geraten untereinander ins Rutschen. Die stabile Struktur geht dabei verloren. Wenn die Gelatine wieder abkühlt, bilden sich die Wasserstoffbrücken neu und die feste Struktur kehrt zurück.

Jetzt kommt die Stärke ins Spiel. Sie besteht aus langen Ketten von Glukosemolekülen, die ebenfalls Wasserstoffbrücken bilden können. Indem wir zur heissen Gelatine die Stärke hinzufügen, bilden die Ketten der Gelatine viele ihrer Wasserstoffbrücken mit der Stärke anstatt mit den Gelatine-Ketten. Die Folge: die Gelatine kann nicht mehr fest werden, sondern behält ihre schleimige Konsistenz bei. Sie ist damit ein elastischer Feststoff (etwas zwischen fest und flüssig). Durch Zugabe von mehr oder weniger Stärke ist es möglich, die Gelatine flüssiger oder fester zu machen.



REGENBOGEN-COCKTAIL

REGENBOGEN-COCKTAIL

Wie man als Wissenschaftler oder als Wissenschaftlerin einen Regenbogen in eine Röhre steckt.

1

Stelle zunächst das Material für dieses farbenfrohe Experiment zusammen: vier Gläser mit etwas Wasser darin, einen Glas-Zylinder (oder ein schmales Bierglas), Zucker, Lebensmittelfarbe, eine Spritze, einen Esslöffel und etwas Wasser.

2

Gib 1 Esslöffel Zucker in das erste Glas, 2 Esslöffel in das zweite Glas, 3 in das dritte und 4 in das letzte. Rühre um, bis sich der Zucker vollständig aufgelöst hat. Mische dann in jedes der Gläser eine andere Lebensmittelfarbe.



Materialien: 4 Gläser (oder Plastikbecher), 1 Glas-Zylinder (oder schmales Bierglas), Zucker, 4 verschiedene Lebensmittelfarben, 1 Spritze, 1 Esslöffel und etwas Wasser

3

Überführe mit der Spritze etwas Flüssigkeit aus dem süssesten Glas in den Zylinder, danach aus dem zweit-süssesten Glas. Fülle die Flüssigkeit vorsichtig um und lass sie an der Zylinderwand runterlaufen, ohne dass sich die beiden Flüssigkeiten mischen.

4

Wenn du sauber und vorsichtig gearbeitet hast, solltest du nun aus den vier verschiedenen Flüssigkeiten einen hübschen Turm in Regenbogenfarben erhalten haben.

Was geschieht?

Mit dem Konzept der Dichte verstehst du, was hier passiert. Dichte bedeutet, dass Flüssigkeiten (oder Gase und Festkörper) bei gleichem Volumen eine unterschiedliche Masse haben. Eine mit Luft gefüllte Flasche schwimmt auf dem Wasser. Füllst du sie mit Wasser, versinkt sie langsam. Füllst du sie mit Sand, versinkt sie schnell. In unserem Experiment stapeln wir Flüssigkeiten nach ihrer Dichte. Zuunterst kommt die dichteste, woberst ist die Flüssigkeit mit der geringsten Dichte und dem geringsten Zuckeranteil. Versuche, auch andere Flüssigkeiten wie Essig oder Öl zu stapeln.

Für schlaue Köpfe

Hier eine Fangfrage: Was ist schwerer – ein Kilogramm Baumwolle oder ein Kilogramm Beton? Beide sind gleich schwer! Ihr Gewicht beträgt ein Kilogramm, aber das von ihnen eingenommene Volumen ist sehr unterschiedlich. Um das Gewicht von Stoffen unabhängig von ihrem Volumen zu vergleichen, verwenden wir den Begriff der Dichte. Ihre Masseinheit ist Kilogramm pro Liter (manchmal auch kg/cm^3). Wasser hat die Dichte $1 \text{ kg}/\text{l}$, ein Kilogramm Wasser nimmt genau das Volumen von einem Liter ein.

Wenn wir einen Behälter mit einem Volumen von einem Liter statt mit Wasser mit einer anderen Substanz, z. B. Kupfer, füllen, wiegt der Behälter fast 9 kg. Die Dichte von Kupfer ist damit 9 Mal grösser als die von Wasser. Die Dichte ermöglicht es uns auch, das Gewicht einer Substanz über ihr Volumen zu berechnen oder umgekehrt. In diesem Experiment vergleichen wir die Dichte verschiedener Lösungen mit unterschiedlicher Zuckerkonzentration. Der gelöste Zucker verändert nur das Gewicht und nicht das Volumen der Lösung. Je mehr Zucker vorhanden ist, desto höher ist die Dichte der Lösung.

Warum schwimmen Eiswürfel auf dem Wasser, wenn ihre chemische Zusammensetzung doch genau dieselbe ist wie von flüssigem Wasser? Tatsächlich ist es dieselbe Substanz, aber sie existiert in unterschiedlicher Form. Im flüssigen Zustand bewegen sich die Wassermoleküle frei, aber wenn Wasser unter seine Schmelztemperatur (0°C) abgekühlt wird, bilden die Moleküle eine Gitterstruktur mit vielen Hohlräumen. Diese erhöhen das eingenommene Volumen und bewirken folglich eine Abnahme der Dichte, wodurch Eis auf Wasser schwimmt.

Ein ähnlicher Effekt tritt auf, wenn du Zitronen und Limetten in Wasser legst. Die dicke poröse Haut der Zitrone wirkt wie eine Schwimmweste und lässt sie auf dem Wasser treiben. Die Limetten hingegen haben eine dünne Haut, die keinen Auftrieb verleiht und sie sinken auf den Boden.

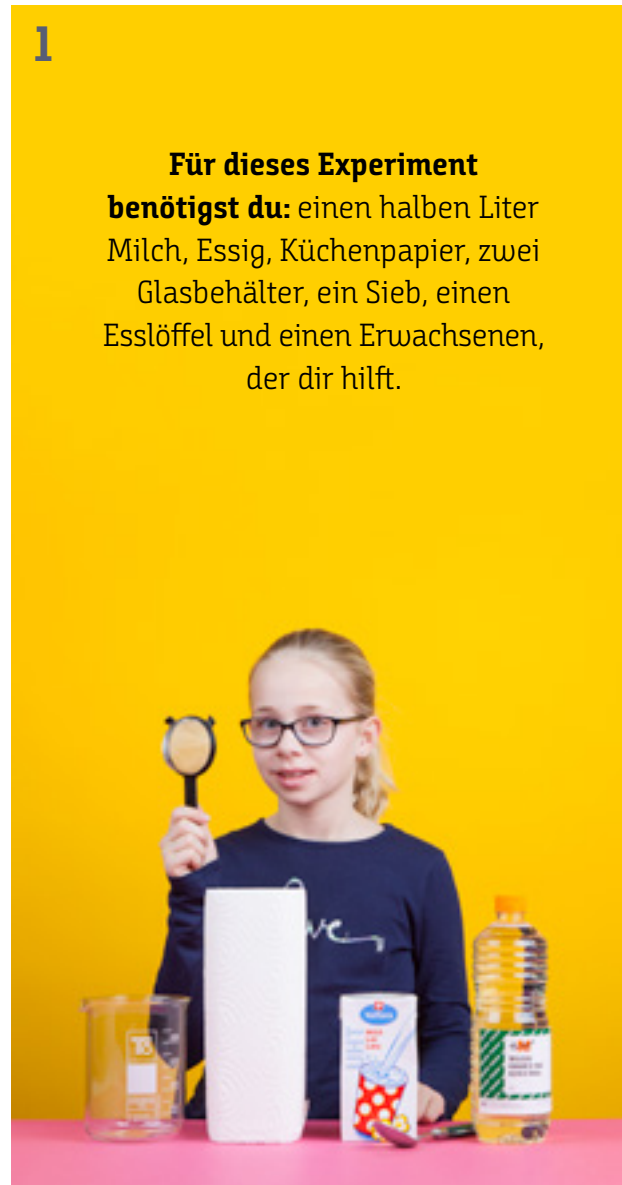
Du kannst deine Versuche fortsetzen, indem du die Dichten verschiedener Küchensubstanzen wie Sirup, Spülmittel, Honig oder Pflanzenöl miteinander vergleichst.

Kinderknete aus Milch



Kinderknete aus Milch

Die Herstellung von selbstgemachter Knetmasse ist ganz leicht. Dazu muss man einfach Milch in Plastik verwandeln!



1

Für dieses Experiment benötigst du: einen halben Liter Milch, Essig, Küchenpapier, zwei Glasbehälter, ein Sieb, einen Esslöffel und einen Erwachsenen, der dir hilft.

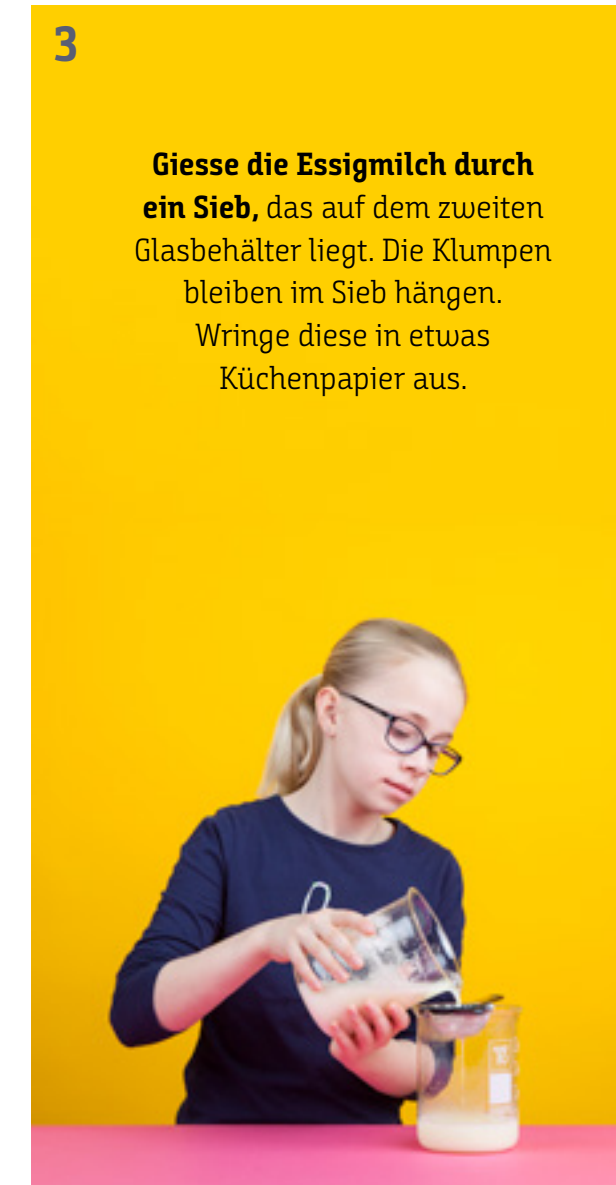


2

Erhitze die Milch ein wenig und giesse sie dann in einen der Glasbehälter. Füge drei Esslöffel Essig hinzu und rühre kräftig um, bis sich kleine Klumpen bilden.



Materialien: 500 ml Milch, Essig, Küchenpapier, 2 Glasbehälter, 1 Sieb und 1 Esslöffel



3

Giesse die Essigmilch durch ein Sieb, das auf dem zweiten Glasbehälter liegt. Die Klumpen bleiben im Sieb hängen. Wringe diese in etwas Küchenpapier aus.



4

Den entstandenen Teig kannst du nun nach deinem Belieben formen: in ein Herz, in eine Rakete oder in dein Lieblingstier. Wenn du fertig bist, lässt du deine Kreationen zwei Tage an der Luft trocknen, um sie haltbar zu machen.

Was geschieht?

Unter der Einwirkung von Essig bilden sich kleine Klumpen in der Milch. Das ist Kasein. Es ist ein Protein, das in der Milch vorkommt. Bei der Herstellung von Käse wird ebenfalls Kasein extrahiert. Es verleiht dem Käse seine feste Konsistenz. Kasein wurde früher zur Herstellung von Bleistiften und Messern verwendet. Heute werden damit Kunststofffasern, Klebstoffe oder Künstlerfarben hergestellt. Eine wissenschaftliche Studie aus Indien kam zu dem Schluss, dass Kasein den Zahnschmelz stärkt und wir darum mehr Käse essen sollten, um Karies vorzubeugen.

Für schlaue Köpfe

Eines der grossen Probleme von Chemiker_innen ist die Trennung der Komponenten von Gemischen wie etwa der Milch. In unserem Experiment versuchen wir, das Protein Kasein von den anderen Bestandteilen der Milch zu trennen. Die dafür angewandte Technik besteht darin, die Milch zu erhitzen und anzusäuern. Das heisst, wir senken durch Zugabe von Essig den pH-Wert unter 4,6 (siehe Erklärung des pH-Wertes im Versuch «Chamäleon-Kohl», Seite 53). Dies trennt die Milch in zwei nicht mischbare Phasen auf: eine Flüssigkeit und einen Feststoff, der sich mit einem Sieb leicht abfiltern lässt.

Die flüssige Phase wird als Molke bezeichnet und besteht hauptsächlich aus Wasser, Laktose, Proteinen, einigen Lipiden und Mineralien wie Kalzium. Die in der Milch enthaltene Menge an Molke und ihre Zusammensetzung variiert je nach Art der Milch (Kuh, Ziege, Menschenmilch usw.).

Die feste Phase besteht fast ausschliesslich aus Kasein, aber auch aus Fetten und Mineralstoffen wie Calcium und Phosphor. Kasein kommt in der Milch als kugelförmige Mikrostrukturen vor, die sogenannten Mizellen. Sie verleihen der Milch ihre weisse Farbe. Wenn das Kasein entfernt wird, nimmt die Milch eine gelblich-grüne Farbe an.

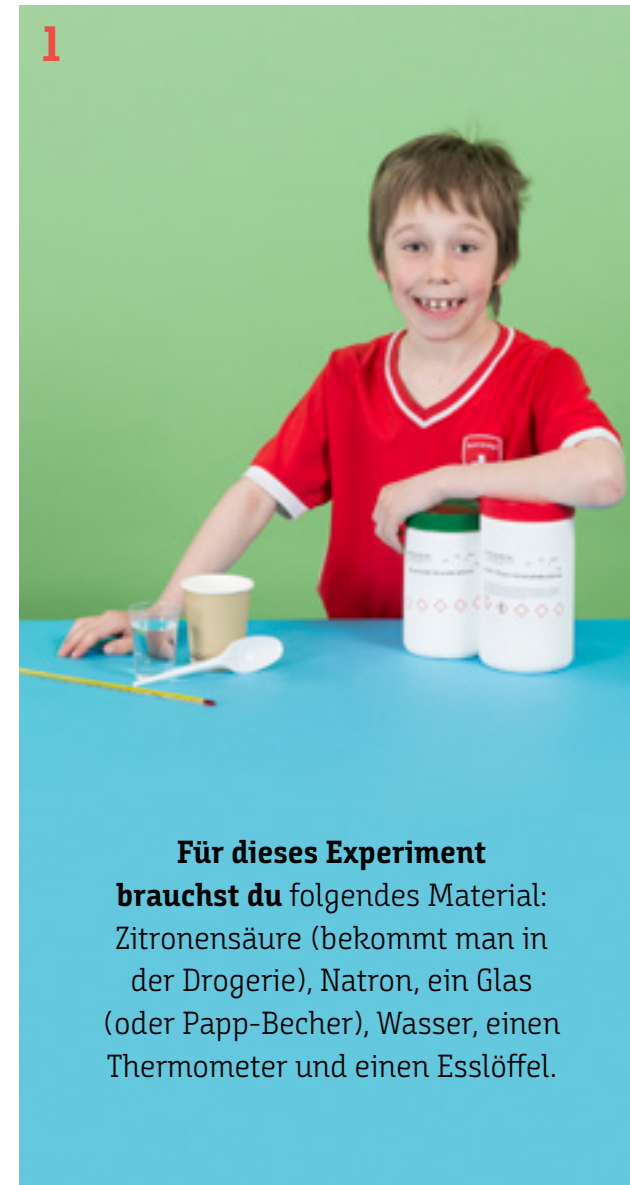
Die Zugabe von Essig bewirkt, dass die Milch gerinnt. Das heisst, die Mizellen werden destabilisiert, was ihr Zusammenklumpen ermöglicht. Kasein wird im trockenen Zustand sehr hart und hat dann plastikähnliche Eigenschaften. Dieses Experiment zeigt das Potenzial natürlicher Stoffe für die Herstellung von Materialien wie Biokunststoffen.

Wie kalt!



Wie kalt!

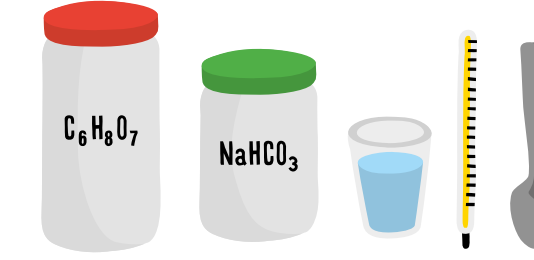
Ist dir zu heiss, um zu arbeiten?
Mit einer endothermen Reaktion kannst
du dich vielleicht etwas abkühlen.



1
Für dieses Experiment
brauchst du folgendes Material:
Zitronensäure (bekommt man in
der Drogerie), Natron, ein Glas
(oder Papp-Becher), Wasser, einen
Thermometer und einen Esslöffel.



2
Giesse 1 Deziliter Wasser
in das Glas und füge einen
Esslöffel Zitronensäure hinzu.
Rühre um, bis sich das Pulver
aufgelöst hat. Miss nun die
Temperatur der Flüssigkeit.
Bei uns liegt die bei
genau 21 °C.



Materialien: Zitronensäure (aus der Drogerie), Natron (oder Backpulver),
1 Glas, Wasser, 1 Thermometer und 1 Esslöffel



3
Nach der Zitronensäure
ist nun das Natron an der Reihe.
Gib einen Esslöffel voll in das
Glas. Achtung: Die Mischung
beginnt sogleich zu schäumen!



4
Warte einige Sekunden,
bis es nicht mehr so stark
schäumt und mache nun eine
erneute Messung mit dem
Thermometer. Was fällt dir
auf? Die Temperatur ist
um fast zehn Grad gesunken!

Was geschieht?

Du hast eine chemische Reaktion zwischen einer Säure (Zitronensäure, die in Zitrusfrüchten vorkommt) und einer Base (Natron oder Backpulver) beobachtet. Während dieses Experiments werden Moleküle aufgebrochen und aus den Bruchstücken entstehen neue Moleküle. Dieser Prozess läuft jedoch nicht von alleine ab, sondern er benötigt Energie. Diese wird der Umgebung entzogen. Daher kommt es zum starken Abfall der Temperatur in der Flüssigkeit. Chemiker_innen nennen dies eine «endotherme Reaktion».

Für schlaue Köpfe

Wie bei jeder Säure-Base-Reaktion führt die Reaktion zwischen Zitronensäure ($C_6H_8O_7$) und der Base Natron ($NaHCO_3$) zur Bildung von Wasser und einem Salz. In diesem Fall ist es Natriumcitrat ($Na_3C_6H_5O_7$). Das Auftreten von Blasen während dieser Reaktion erklärt sich durch die Bildung eines dritten Produkts, Kohlenstoffdioxid (CO_2), das gasförmig aus dem Wasser entweicht.

Wenn Säuren und Basen im richtigen Verhältnis reagieren, neutralisieren sie sich gegenseitig. Das heisst, die Reaktionsprodukte haben einen neutralen pH-Wert. Im Allgemeinen laufen diese Reaktionen spontan ab (ohne weitere Hilfe von aussen) und nehmen dabei die Wärmeenergie aus ihrer Umgebung auf. Manchmal hat das dramatische Folgen.

Dies ist beispielsweise bei der Reaktion zwischen Ammoniumthiocyanat (NH_4SCN) und Bariumhydroxid-Octahydrat ($Ba(OH)_2 \cdot 8 H_2O$) der Fall. Während der Reaktion wird so viel Wärme aufgenommen, dass der Wasserdampf in der Luft an den Wänden des Behälters zu

Eis gefriert. Eine solche chemische Reaktion, die ihrer Umgebung Wärme entzieht, heisst «endotherm». Wird hingegen bei der Reaktion Wärme freigesetzt, heisst sie «exotherm».

Ein weiteres Beispiel für eine endotherme Reaktion ist das Auflösen von Salz auf Eis. Wir haben alle schon beobachtet, wie im Winter Salz auf die Strasse gestreut wird. Durch das Salz wird der Gefrierpunkt des Wassers stark herabgesetzt. Das heisst, das Eis verflüssigt sich beim Kontakt mit dem Salz, auch wenn die Temperatur des Eises unter 0 °C liegt.

Damit sich das Salz jedoch auflöst, braucht es ebenfalls eine Zufuhr von Wärmeenergie, die es aus der Umgebung entzieht. Dabei kühlt sich das Schmelzwasser auf sagenhafte -20 °C ab!

Hier ein Tipp: Fülle eine Schale mit Eiswürfeln und gib etwas Salz hinzu. Stelle nun deine Lieblingsgetränke zwischen die Eiswürfel. Sie werden sich blitzschnell abkühlen.



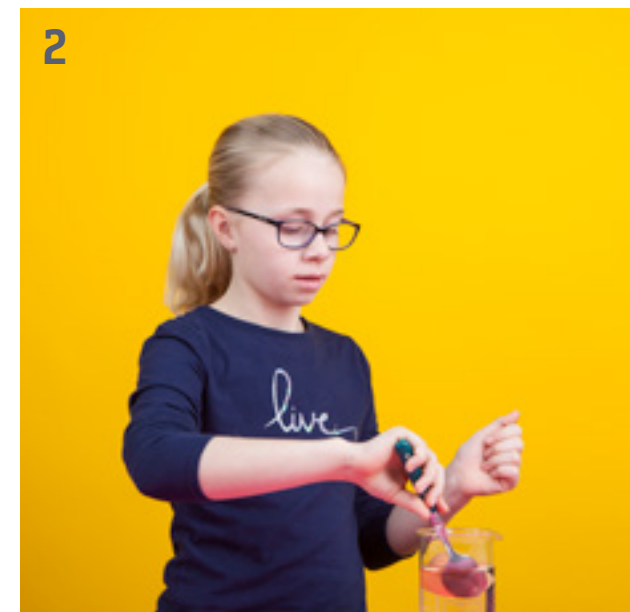
Ein Ei hüpfert aus seiner Schale

Ein Ei hüpfert aus seiner Schale

Wie lässt sich die Schale eines Eis entfernen, ohne sie zu zerbrechen? Mit diesem Experiment findest du es heraus.



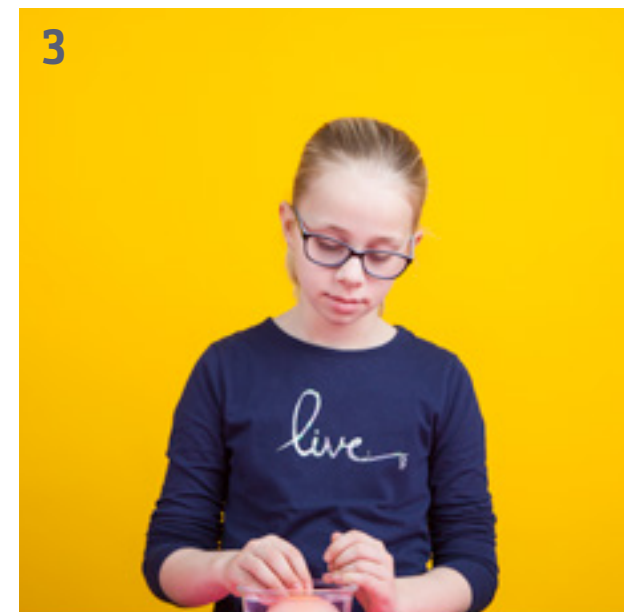
1 Für diesen Versuch brauchst du ein Glas, etwas Essig, einen Esslöffel und ein rohes Ei. Ebenso ist eine grosse Portion Geduld gefragt.



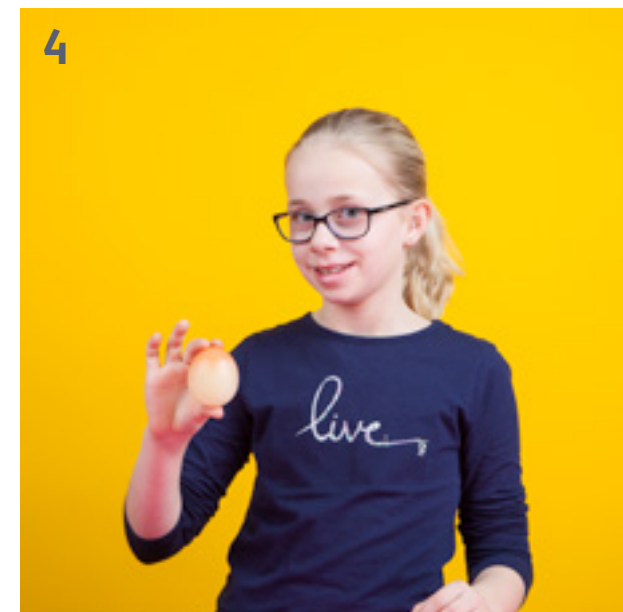
2 Fülle das Glas bis zur Hälfte mit Essig. Lege nun das Ei mit Hilfe des Esslöffels vorsichtig auf dem Boden des Glases ab.



Materialien: 1 Glas, Essig, 1 Esslöffel und 1 rohes Ei



3 Um die Schale herum bilden sich kleine Bläschen. Das bedeutet, dass der Essig mit seiner Arbeit begonnen hat. Warte nun 24 Stunden und nimm dann das Ei aus seinem Bad heraus. Spüle es mit Wasser ab.



4 Was kannst du beobachten? Die Schale ist verschwunden! Nur die Membran ist übriggeblieben. Wenn du in einen dunklen Raum gehst und das Ei mit einer Taschenlampe beleuchtest, kannst du sogar in sein Inneres sehen.

Was geschieht?

Die Eierschale besteht aus Calciumsalzen (Calcit oder Calciumcarbonat) und Magnesiumsalzen (Magnesit). Beide gehören zu den Salzen, die von der im Essig enthaltenen Essigsäure aufgelöst werden können. Anschliessend ist das Ei nur noch durch die enganliegende Membran geschützt. Obwohl sie so dünn ist, dass du durch sie hindurchsehen kannst, ist sie äusserst widerstandsfähig. Zweifelst du daran? Dann lass das Ei aus etwa 30 Zentimetern Höhe auf den Tisch fallen und du wirst sehen, dass die Membran nicht aufplatzt.

Für schlaue Köpfe

Die Schale von Eiern besteht zu 96% aus Calciumcarbonat-Kristallen (CaCO_3) und zu 2% aus organischen Verbindungen. Den Rest bilden Magnesium, Phosphor und verschiedene Spurenelemente. Calciumcarbonat ist das Material, welches Tiere am häufigsten verwenden, um Strukturen mit hoher Widerstandskraft zu schaffen. Dazu zählen etwa Skelette, Korallen, Schalen von Kleintieren oder Eier von Vögeln und Reptilien.

Obwohl Calciumcarbonat hart wie Zement ist, kann eine Eierschale leicht zerbrechen. Der Grund dafür sind die rund 17 000 Poren, welche die Schale wie winzige Tunnel durchlöchern. Durch sie gelangen Luft und Feuchtigkeit zum Embryo, der sich im Ei entwickelt.

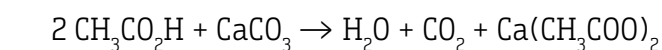
Die Bildung einer Eierschale im Huhn ist einer der schnellsten Verkalkungsprozesse, die in der Biologie bekannt sind. Dabei werden innert zehn Stunden fast 6 Gramm Mineralien an die Membran angelagert.

Um zu unserem Experiment zurückzukommen: Wenn Essig, der hauptsächlich aus Wasser und Essigsäure besteht, mit dem Kalziumkarbonat der Eischale in Kontakt kommt, bilden sich kleine Bläschen auf der Oberfläche. Dies ist auf eine Säure-Base-Reaktion zurückzuführen, bei der Kohlenstoffdioxid (CO_2) sowie Wasser (H_2O) entstehen. Dieser Prozess dauert so lange an, bis die ganze Eischale verschwunden ist.

Chemiker_innen beschreiben diese Reaktion mit folgender Formel:

Essigsäure + Calciumcarbonat = Wasser + Kohlenstoffdioxid + Calciumacetat.

Oder in der Schreibweise der Chemiker_innen:



Vulkanausbruch im Glas

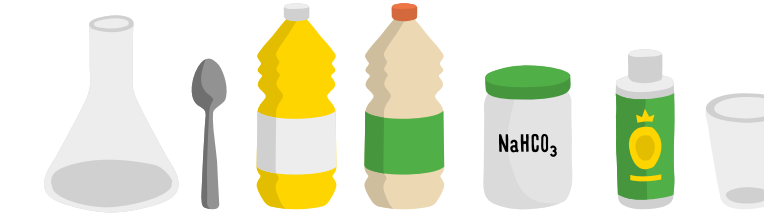
Stell aus einfachen Haushaltsmitteln eine coole «70er-Style» Lavalampe her.



1 Um deine neue Lavalampe zu bauen, brauchst du ein durchsichtiges Gefäß (Flasche oder Vase), Pflanzenöl, Essig, Natron (oder Backpulver), Lebensmittelfarbe und ein Trinkglas.



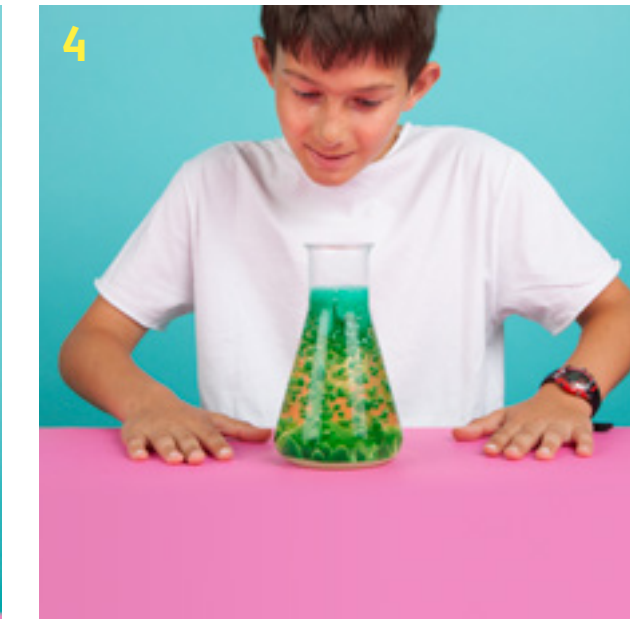
2 Gib zwei Esslöffel Natron in den durchsichtigen Behälter. Füge das Öl hinzu, indem du es ganz langsam hineingiesst, sodass das Natron am Boden bleibt.



Materialien: 1 durchsichtiges Gefäß (Flasche oder Vase), 1 Esslöffel, Pflanzenöl, Essig, Natron (oder Backpulver), Lebensmittelfarbe und 1 Trinkglas



3 Fülle ein Drittel des Trinkglases mit Essig und füge sechs Tropfen Lebensmittelfarbe hinzu. Rühre gut um. Nun giesst du den gefärbten Essig in den Behälter mit dem Öl und dem Natron.



4 **Farbige Essigblasen steigen auf** und sinken wieder ab. Es sieht aus wie in einer echten Lavalampe. Das ganze Spektakel dauert jedoch nur ein paar Minuten.

Was geschieht?

In diesem Experiment spielen wir mit Flüssigkeiten, die sich nicht mischen (hier Essig und Öl). Da Essig eine höhere Dichte besitzt als Öl, sinkt er auf den Boden des Behälters. Dort reagiert er mit dem Natron, was zur Abgabe von Kohlenstoffdioxid führt. Dieses CO_2 – wie Chemiker_innen es nennen – bildet kleine Bläschen. Sie haften am Essig und lassen ihn aufsteigen. An der Oberfläche entweicht das Gas und die Essigtröpfchen sinken wieder ab. Nun wiederholt sich der Kreislauf.

Für schlaue Köpfe

Dieses Experiment beinhaltet drei verschiedene Konzepte: Mischbarkeit, Dichte und Säure-Base-Reaktionen. Dass sich Wasser und Öl nicht vertragen, ist allgemein bekannt. Diese beiden Substanzen sind nicht mischbar, da ihre physikalisch-chemischen Eigenschaften unterschiedlich sind.

Öl ist eine sogenannt hydrophobe Substanz (siehe Experiment «Ich mag kein Wasser!» auf Seite 61), das heisst, es ist «wasserscheu». Da Essig zu einem grossen Teil aus Wasser besteht, wird er vom Öl gemieden.

Ausserdem weisen Essig und Öl eine unterschiedliche Dichte auf. Öl hat eine geringere Dichte als Essig und schwimmt daher obenauf. (Um den Unterschied zwischen der Dichte von Öl und Wasser besser zu verstehen, schau dir das Experiment «Regenbogen-Cocktail» auf Seite 109 an.)

In diesem Experiment findet eine Säure-Base-Reaktion statt. Essigsäure (CH_3COOH), die in Essig enthalten ist, reagiert mit Natron, das die Base in dieser Reaktion ist (NaHCO_3). Dabei entstehen zwei völlig unterschiedliche Produkte: Natriumacetat (CH_3COONa , ein weisser Feststoff) und Kohlenstoffdioxid (CO_2 , ein farbloses Gas).

Die Blasen aus Kohlenstoffdioxid sind leichter als Essig und Öl und steigen darum auf. Während sie das tun, reissen sie Essigblasen mit sich mit. Man könnte auch sagen, Essig und Kohlenstoffdioxid zusammen sind leichter als Öl. Sobald das Kohlenstoffdioxid an die Oberfläche gelangt, entweicht es an die Luft. Der Essig ist nun wieder so schwer wie eh und je und sinkt zurück auf den Boden des Gefässes. Die Bewegung der Essigblasen setzt sich in diesem Stil fort, bis das Natron vollständig verbraucht ist. Zurück bleibt nur Natriumacetat am Boden des Behälters.

Vulkanausbruch im Glas



LECKERERE KUGELN

LECKERERE KUGELN

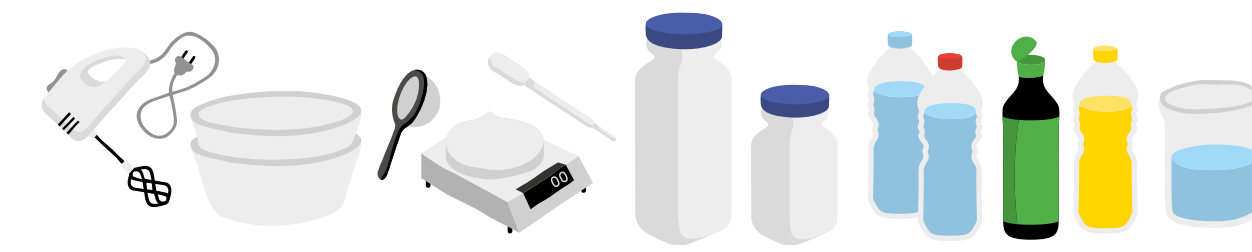
**Minz-Sirup in fester Form?
Das klingt seltsam, ist aber möglich mit
diesem schmackhaften Versuch!**



1
Organisiere die folgenden Geräte und Zutaten: Mixer, Schüsseln, Sieb, Waage, Pipette, Natriumalginat und Calciumlactat (findet man in einer Drogerie), Wasser, Mineralwasser, Minz-Sirup und Limonade.



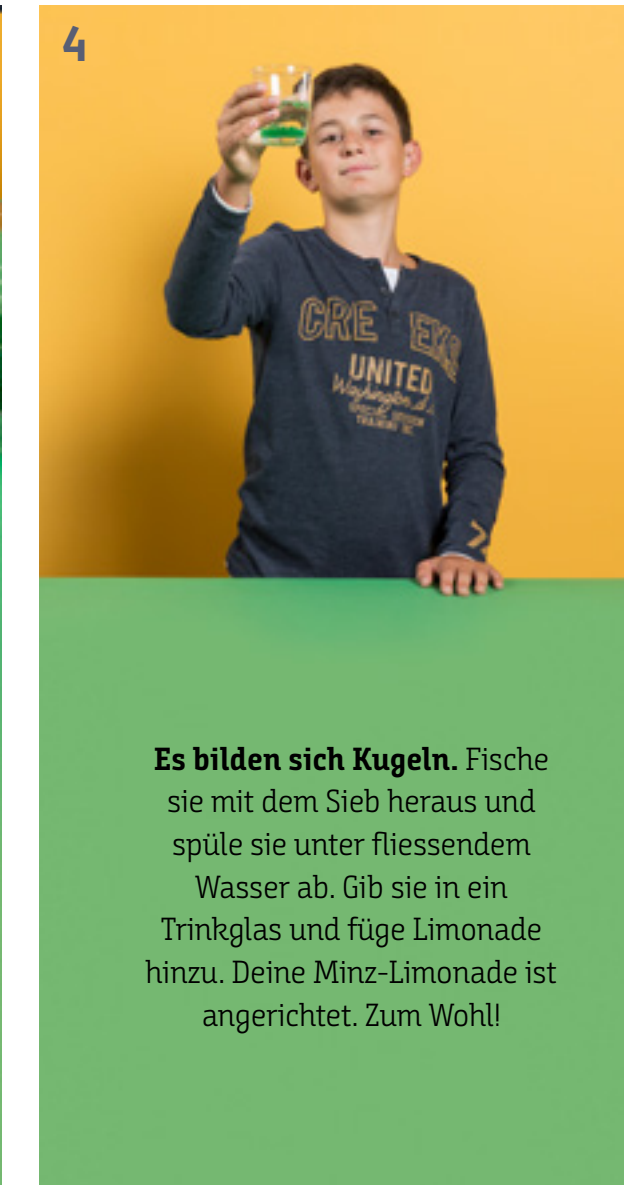
2
Gib 2 g Natriumalginat, 1 dl Mineralwasser und 1 dl Minz-Sirup in eine grosse Schüssel. Vermische alles mit einem Mixer, bis sich das Alginat vollständig auflöst.



Materialien: 1 Mixer, 2 grosse Schüsseln, 1 Sieb, 1 Waage, 1 Pipette, Natriumalginat und Calciumlactat (in Drogerien erhältlich), Wasser, Mineralwasser, Minz-Sirup und Limonade



3
In einer zweiten Schüssel mischst du 10 g Calciumlactat mit 2 dl Wasser. Saug nun mit der Pipette den Inhalt der ersten Schüssel (die mit dem Minz-Sirup) auf und tröpfel ihn in die zweite Schüssel.



4
Es bilden sich Kugeln. Fische sie mit dem Sieb heraus und spüle sie unter fließendem Wasser ab. Gib sie in ein Trinkglas und füge Limonade hinzu. Deine Minz-Limonade ist angerichtet. Zum Wohl!

Was geschieht?

Es war Ferran Adrià, der Papst der Molekularküche, der diese Technik im Jahr 2003 entwickelte. Sie wird «Sphärisierung» genannt, also die Kunst, eine Flüssigkeit in Kugeln zu verwandeln. Doch was passiert bei einer Sphärisierung? Ihr zugrunde liegt eine chemische Reaktion namens Vernetzung. Das aus Braunalgen stammende Natriumalginat ist ein Molekül, das lange Ketten bildet. Diese reagieren mit dem Calcium im Laktat und formen sich so zu einer Art Netz, aus der die Haut jeder Kugel besteht. Im Innern bleibt die Kugel flüssig.

Für schlaue Köpfe

In der Küche der Feinschmecker wird immer nach neuen Geschmackserlebnissen und neuen Erfahrungen für den Gaumen gesucht. Manchmal wird das durch die Erfindung von neuen Texturen erreicht. Sehr gut im Erfinden ist die so genannte Molekularküche. Sie nimmt dabei die Chemie, Physik und die Lebensmittelwissenschaften zu Hilfe.

Es ist seit langem bekannt, dass sich Flüssigkeiten mit Hilfe von Gelatine in einen Feststoff umwandeln lassen. Die meisten Geliemittel werden aus den Knochen von Tieren oder aus Meeresalgen (Agar-Agar) gewonnen. Beide sind jedoch sehr temperaturempfindlich und daher ist die Gelbildung nicht leicht zu kontrollieren.

Die Entdeckung von Natriumalginat war eine Revolution in der Technik der Gelierung. Zum ersten Mal war es möglich, auf kontrollierte Weise ein Gel um eine Flüssigkeit herum zu bilden. Ausserdem ist Natriumalginat stabiler

gegenüber Temperaturschwankungen. Es sollte aber keinen säurehaltigen Substanzen (Experimente mit Zitronensaft vermeiden) oder hartem Wasser (zu ionenreich) ausgesetzt werden.

Chemisch gesehen ist Natriumalginat ein Polymer (siehe «Alles in trockenen Tüchern» auf Seite 77). Das Gel entsteht, wenn die Polymerketten des Alginats (ähnlich wie Spaghetti) und die Calcium-Ionen (eine Art Klebstoff) miteinander reagieren. Die Spaghetti verkleben nun zu einer netzartigen Struktur.

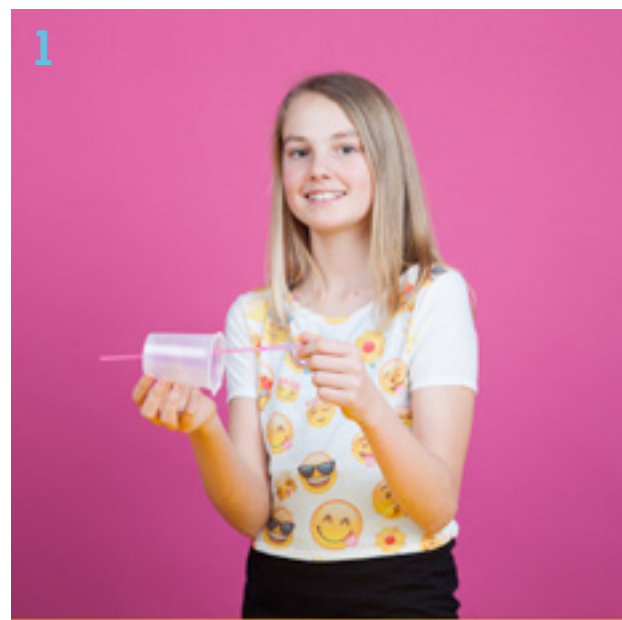
Die Technik hat sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt und es ist jetzt möglich, die Flüssigkeit in den Kugeln durch ein Gas wie Kohlenstoffdioxid (CO_2) zu ersetzen. So wurde der «Molecular Mojito» als Getränk entwickelt, das die drei Aggregatzustände (fest, flüssig und gasförmig) enthält.



Der selbstleerende Becher

Der selbstleerende Becher

Mit einem Trinkhalm und einem Becher kannst du ein physikalisches Wunder erleben. Es nennt sich «Siphon».



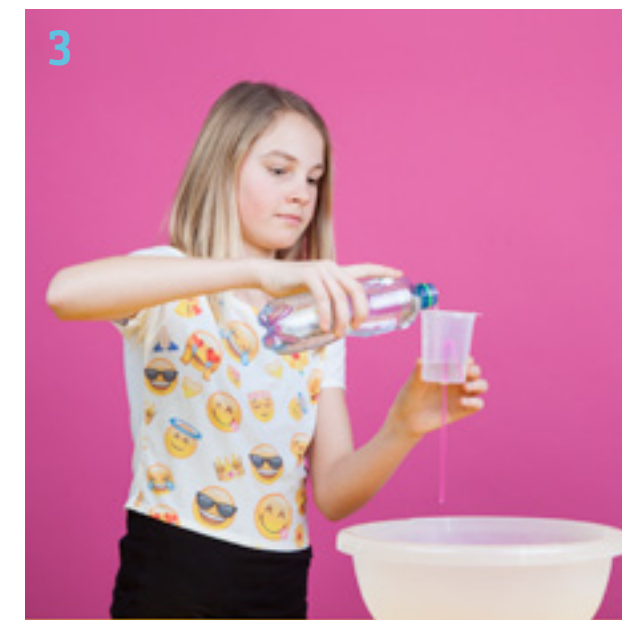
1 Bohre mit einem Pfiem, ein Loch in den Boden eines Plastikbechers. Anschliessend schiebst du einen Trinkhalm bis fast zum Knick hindurch.



2 Biege den Trinkhalm nach unten. Forme nun mit Knetmasse ein kleines Würstchen und dichte damit den Spalt zwischen Loch und Trinkhalm ab. Damit das Experiment gelingt, muss der Spalt komplett dicht sein.



Materialien: 1 Pfiem, 1 Becher, 1 Trinkhalm mit Knick, Knetmasse, 1 grosser Behälter und Wasser

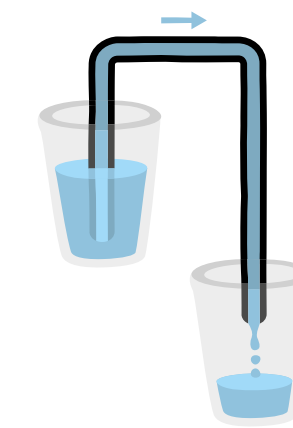


3 Giesse vorsichtig Wasser in den Becher. Solange nichts passiert, giesst du weiter.



4 Sobald der Wasserstand den Knick des Trinkhalms erreicht, beginnt das Wasser durch den Trinkhalm abzufließen, und zwar, bis sich der Becher vollständig entleert hat. Du kannst das Experiment danach erneut durchführen.

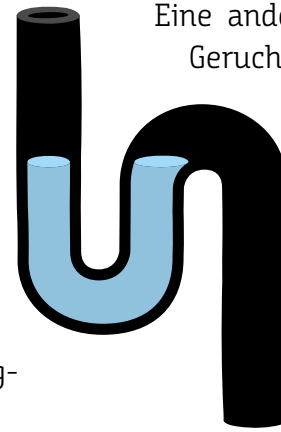
Was geschieht?



Wenn das Rohr vollständig mit Wasser gefüllt ist (siehe Bild), kann das Wasser aus dem oberen Behälter abfliessen, obwohl es erst steigen muss. Das ist das Prinzip eines Siphons. Aber Vorsicht, sobald Luft in das Rohr eintritt, reisst die Wassersäule ab und der Abfluss stoppt.

Für schlaue Köpfe

Bei diesem Experiment geht es um die Wirkungsweisen eines Siphons. Von ihnen gibt es verschiedene Typen. Wenn es wie im Versuch darum geht, eine Flüssigkeit von einem Behälter über einen höher gelegenen Rand in einen zweiten, tiefer gelegenen Behälter umzufüllen, spricht man von einem Saugheber.



Eine andere Art von Siphon funktioniert als Geruchssperre. Das ist der, der sich unter dem Waschbecken im Badezimmer befindet. Es ist die Stelle des Abflussrohrs, das wie ein S gebogen ist. Das Wasser bleibt darin stehen (siehe Bild) und verhindert, dass schlechte Gerüche aus den Tiefen des Abflussrohrs nach oben ins Badezimmer steigen. Wenn man

das Waschbecken längere Zeit nicht benutzt (zum Beispiel in den Ferien) kann das Wasser im Siphon verdunsten. Nun hat die stinkende Luft freie Bahn. Wenn wir beispielsweise versuchen, ein Schwimmbecken zu entleeren, stehen wir vor dem Problem, dass wir es nicht kippen können, um das Wasser rauszukriegen. Mit einem Saugheber lässt sich das Becken jedoch ganz leicht leeren. Wir brauchen nur das Ende eines Schlauchs ins Wasser zu halten, die Luft aus dem Schlauch zu saugen und dann das andere Ende tiefer zu platzieren. Schon fließt der ganze Pool ab!

das Waschbecken längere Zeit nicht benutzt (zum Beispiel in den Ferien) kann das Wasser im Siphon verdunsten. Nun hat die stinkende Luft freie Bahn.

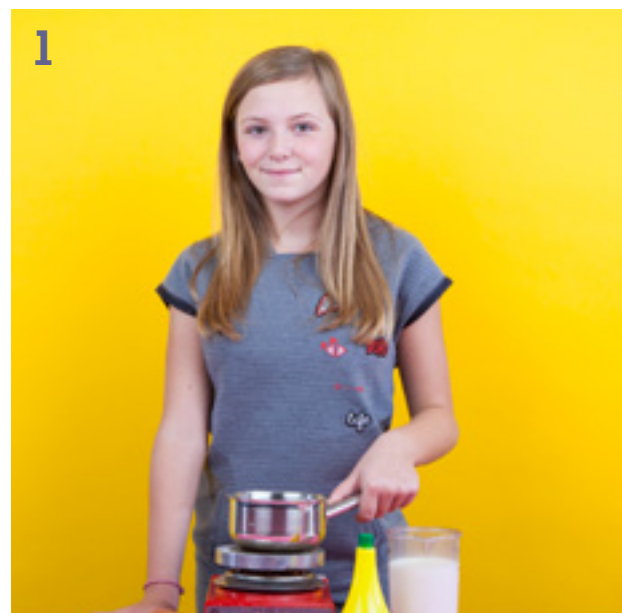
Auch in der Höhlenforschung ist der Siphon bekannt. Hier ist es ein Durchgang, der vollständig unter Wasser steht und oft eine ähnliche Form hat wie der S-Bogen unter dem Waschbecken.



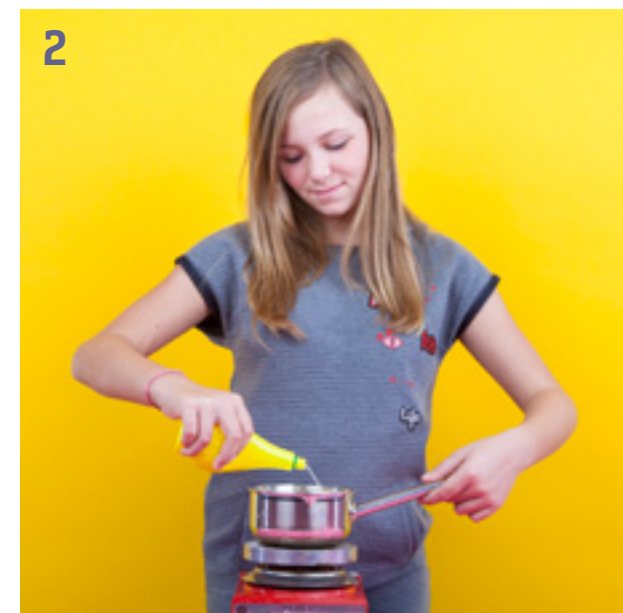
Frischer Frischkäse

Frischer Frischkäse

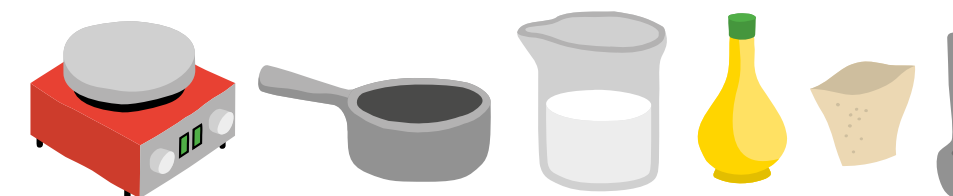
Manchmal ist Wissenschaft auch lecker.
In diesem Experiment lernst du,
wie man Frischkäse macht.



1 Für dieses Experiment brauchst du einen Kochtopf, einen Behälter, 5 dl Milch, Zitronensaft und einen Kaffeefilter. Mit diesen Materialien kannst du Käse zubereiten!



2 Koche die Milch im Kochtopf auf, aber achte darauf, dass sie nicht hochschäumt. Sobald sie anfängt zu blubbern, gibst du Zitronensaft hinzu. Sobald die Milch gerinnt, nimmst du den Kochtopf von der Kochplatte weg.



Materialien: 1 Kochtopf, 1 Behälter, 5 dl Milch, Zitronensaft, 1 Kaffeefilter und 1 Löffel



3 Setze den Kaffeefilter auf den Behälter und giesse die geronnene Milch hinein. Die festen Anteile bleiben im Filter hängen. Presse den Filter gut aus. Je besser du das machst, desto dicker wird dein Frischkäse.



4 Würze deinen Frischkäse mit Salz, Pfeffer, Knoblauch oder Schnittlauch und probiere ihn! Ist er nicht köstlich? (Verzehre ihn noch am selben Tag, da er nicht haltbar ist und schnell verdirbt.)

Was geschieht?

Käse entsteht durch die Fermentation von Milch durch Milchsäurebakterien. Diese fressen den in der Milch enthaltenen Zucker (Laktose) und wandeln ihn in Milchsäure um. Diese Ansäuerung der Milch führt dazu, dass die Milchproteine gerinnen und zu Frischkäse werden. In diesem Versuch werden durch das Abkochen der Milch die Bakterien eliminiert. Damit wird die Fermentation verhindert. Darum müssen wir die Milchsäure durch eine andere Säure ersetzen, zum Beispiel durch die Zitronensäure im Zitronensaft.

Für schlaue Köpfe

Alle Zellen brauchen Energie, um funktionieren zu können. Dazu bauen sie organische Moleküle wie Glukose ab, um über einen Stoffwechselweg Energie zu gewinnen. Es gibt mehrere solcher Stoffwechselwege. Einer ist die Zellatmung, bei der Zucker mit Hilfe von Sauerstoff umgewandelt wird. Ein anderer ist die so genannte Fermentation. Mit ihr können Bakterien ohne Sauerstoff aus Zucker Energie gewinnen.

Es gibt mehrere Arten der Fermentation, die sich je nach Art des Endprodukts voneinander unterscheiden. Von Milchsäuregärung spricht man, wenn Milchsäure das Hauptprodukt des Zuckerabbaus ist. Dabei verwenden die Bakterien die in der Milch enthaltene Lactose (Glucose und Galactose), um Energie zu produzieren. Dabei entsteht Milchsäure.

Diese säuert die Milch an, was zum Zusammenklumpen von Milchproteinen (Kaseinen) führt und zu ihrer Abtrennung von den flüssigen Anteilen der Milch, der Molke. Derselbe Prozess lässt sich auch mit der Zugabe einer Säure einleiten. In diesem Experiment haben wir Zitronensäure verwendet. Dieser Prozess ist die Grundvoraussetzung für die Herstellung von Joghurt oder Frischkäse.

Dabei gibt es zwischen den beiden aber einen grossen Unterschied. Beim Joghurt werden, im Gegensatz zum Käse, die verklumpenden Milchproteine und die Molke nicht getrennt.

Ausserdem darf man ihn nur dann als «Joghurt» bezeichnen, wenn er die folgenden zwei (lebendigen) Bakterienarten enthält: *Lactobacillus bulgaricus* und *Streptococcus thermophilus*. Diese müssen zudem noch am Leben sein und mit einer Dichte von 10 Millionen pro Gramm Joghurt vorkommen. Bei anderen Bakterienarten darf die Bezeichnung «Joghurt» nicht verwendet werden.



OHNE NASE, KEIN GESCHMACK

OHNE NASE, KEIN GESCHMACK

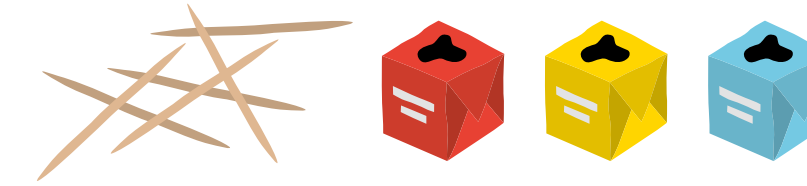
Damit du Essen schmecken kannst, brauchst du nicht nur deine Zunge, sondern auch deine Nase.



1 Für dieses Experiment musst du dir einen oder mehrere Freiwillige suchen. Sie sollen für dich verschiedene Lebensmittel probieren. Das können beispielsweise Schokolade oder Aperitif-Häppchen sein.



2 Bitte deine Testperson, die Augen zu schliessen, und spiesse das Lebensmittel auf den Zahnstocher.



Materialien: Zahnstocher, Schokolade oder Aperitif-Häppchen



3 Die Testperson soll sich die Nase mit den Fingern zuhalten. Nun schiebst du ihr vorsichtig das Häppchen in den Mund. Kann sie erraten, was sie da isst? Vermutlich wird sie einige Schwierigkeiten damit haben.



4 Bevor die Testperson das Häppchen schluckt, soll sie die Finger von der Nase nehmen. Nun wird sie ohne Zweifel erkennen, was sie im Mund hat. Ihr könnt das Experiment mit anderen Lebensmitteln wiederholen.

Was geschieht?

Der Geschmack einer Speise wird von den Geschmacksknospen der Zunge wahrgenommen, aber auch – und das ist weniger bekannt – durch die Riechzellen, die sich in der Nase befinden. Wenn du mit einer verstopften Nase isst (oder wenn du erkältet bist), wird die Geschmackswahrnehmung stark abgeschwächt und es ist schwierig, den Geschmack von Speisen zu erkennen. Aber sobald die Nase «entkorkt» wird, überfluten Aromen die Riechzellen. Das lässt uns beispielsweise plötzlich und sehr deutlich den Duft von Käse wahrnehmen.

Für schlaue Köpfe

Anosmie ist eine sensorische Störung, die zu einem vorübergehenden oder dauerhaften Geruchsverlust führt. Sie kann von Geburt an vorhanden sein, aber in den meisten Fällen ist Anosmie auf eine krankhafte Störung zurückzuführen. Das kann beispielsweise eine Verstopfung der Nasenhöhlen sein (bei einer Erkältung) oder eine Veränderung des Riechnerus. Beides stört die Übertragung von Geruchsinformationen.

Der Riechneru kann durch bestimmte Krankheiten wie COVID-19, durch bestimmte medikamentöse Behandlungen, nach einem Kopftrauma oder beim Auftreten eines Hirntumors verändert werden. Ein grosser Teil der Menschen, die an Anosmie leiden, klagen auch über ein Geschmacksproblem. Meist handelt es sich dabei aber nicht um eine Beeinträchtigung der Geschmacksknospen, sondern lediglich um ein Defizit in der Geschmackswahrnehmung, weil der Geruchssinn ausgeschaltet ist.

Ein erheblicher Teil der Geschmackswahrnehmung kommt zustande, wenn das Essen – vom Mund erwärmt und durchgeknetet – Aromen freisetzt, die an der Rückseite des Gaumens in die Nase hochsteigen.

Dies wird als retronasaler Geruchssinn bezeichnet. Bei unserem Experiment haben wir diesen ausgeschaltet und so einen teilweisen Verlust des Geschmackssinns simuliert. Eine echte Schädigung des Geschmackssinns (genannt Ageusie) ist jedoch selten.

Es gibt ein weiteres, sehr einfaches Anosmie-Experiment, das du durchführen kannst: Gib etwas Zucker zusammen mit einer Prise Zimt auf einen Löffel. Halte dir erneut die Nase zu und versuche den Löffel zu schmecken. Du wirst den Geschmack von Zucker sehr gut wahrnehmen können, aber nicht den des Zimts. Erst wenn du deine Nase befreist, schmeckst du den Zimt! Daraus lässt sich schliessen, dass Zimt keinen Geschmack hat, sondern nur einen Geruch. Erstaunlich, nicht?

DU SIEHST MICH NICHT!

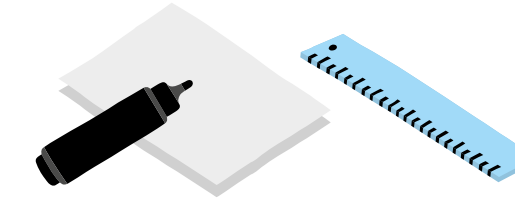
Lass einen schwarzen Punkt von einem Blatt Papier verschwinden – ohne Radiergummi oder Zauberei. Das geht ganz einfach, dank einer optischen Täuschung.



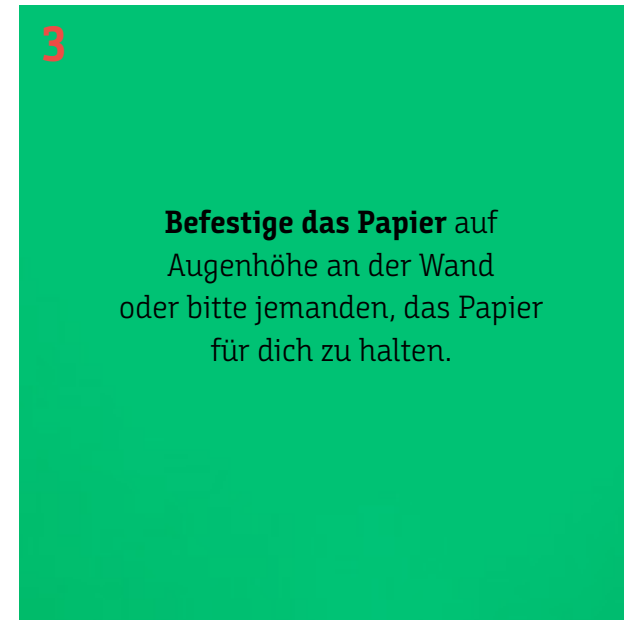
1 Für dieses Experiment brauchst du lediglich ein Blatt Papier, einen schwarzen Marker und ein Messlineal.



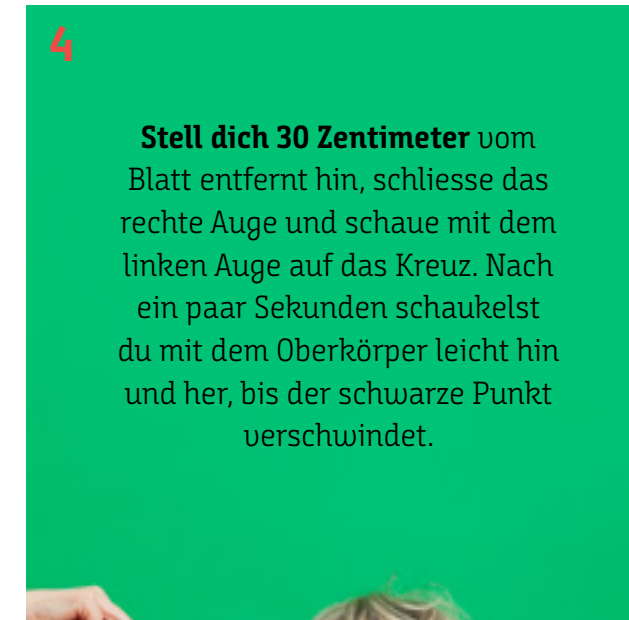
2 Zeichne einen schwarzen Punkt auf das Blatt. 8 Zentimeter links davon malst du anschliessend ein schwarzes Kreuz hin. Verwende das Lineal, um die Distanz zu bestimmen.



Materialien: 1 Blatt Papier, 1 schwarzer Marker und 1 Messlineal



3 Befestige das Papier auf Augenhöhe an der Wand oder bitte jemanden, das Papier für dich zu halten.



4 Stell dich 30 Zentimeter vom Blatt entfernt hin, schliesse das rechte Auge und schau mit dem linken Auge auf das Kreuz. Nach ein paar Sekunden schaukelst du mit dem Oberkörper leicht hin und her, bis der schwarze Punkt verschwindet.

Was geschieht?

Unsere Netzhaut (Retina) ist übersät von Millionen von lichtempfindlichen Sinneszellen, mit denen wir sehen können. In einer bestimmten Region gibt es jedoch keine Sinneszellen. Man nennt sie «blinder Fleck». An dieser Stelle verlässt der Sehnerv das Auge in Richtung Gehirn. Wir nehmen dieses «Loch» im Gesichtsfeld jedoch nicht wahr, weil unser Gehirn das Bild automatisch retuschiert und vervollständigt. Das zeigt dieses Experiment: Der blinde Bereich liegt genau dort, wo sich der schwarze Punkt befindet. Dein Gehirn retuschiert die Stelle mit weisser Farbe. In der Folge siehst du lediglich eine weisse Fläche.

Für schlaue Köpfe

Die Netzhaut, die das Augeninnere auskleidet, ist mit lichtempfindlichen Rezeptoren bestückt. Diese können Licht in elektrische Signale umwandeln. Diese werden zum Sehnerv geleitet und in ihm geht es weiter zum Gehirn. Der Bereich auf der Netzhaut, von wo der Sehnerv wegführt, ist völlig frei von Rezeptoren. Das heisst, Licht kann an dieser Stelle nicht wahrgenommen werden. Dies wird als blinder Fleck bezeichnet. Meistens ist uns dieses «visuelle Loch» nicht bewusst, weil das binokulare Sehen (mit zwei Augen) und die unglaublichen Fähigkeiten des Gehirns uns vorgaukeln, dass das Bild vollständig sei.

Auf der Netzhaut gibt es zwei Arten von lichtempfindlichen Rezeptoren: Zapfen und Stäbchen. Jede Netzhaut hat etwa 100 Millionen davon. Die Stäbchen stellen mit 90 % die Mehrheit der Rezeptoren dar. Sie sind am Rand der Netzhaut zahlreicher als in der Mitte. Zudem sind sie viel lichtempfindlicher als die Zapfen. Allerdings können die Stäbchen keine Farben unterscheiden. Das können nur die

Zapfen, die dafür in der Dämmerung oder in der Dunkelheit nicht mehr so gut funktionieren. Darum können wir im Dunkeln praktisch keine Farben erkennen.

Menschen haben drei Arten von Zapfen: blauempfindliche S-Zapfen, grünempfindliche M-Zapfen und rot empfindliche L-Zapfen. Die Kombination dieser drei ermöglichen es uns, Hunderttausende von Farbtönen zu unterscheiden.

Zapfen sind auch dafür verantwortlich, dass wir scharf sehen. Sie befinden sich hauptsächlich in der Mitte der Netzhaut in einem Bereich, der als Fovea bezeichnet wird. Dies ist der Bereich der Netzhaut, in dem das Bild in Bezug auf Farben und Konturen am klarsten und präzisesten ist. Die Existenz dieser Region erklärt, warum die Augen ihre Umgebung ständig «abtasten». Sie versuchen, so viel wie möglich der direkten Umgebung mit der Fovea wahrzunehmen. Besonders stark wird die Fovea beim Lesen beansprucht.

DU SIEHST MICH NICHT!



TINTEN- BLUMEN

TINTEN-BLUMEN

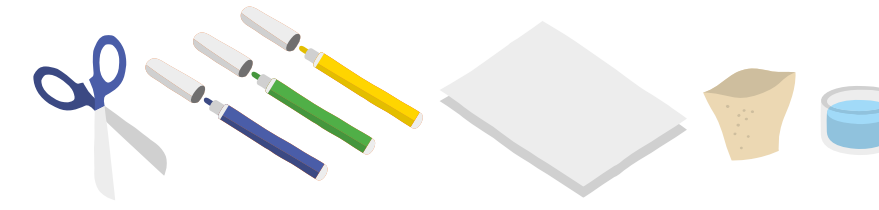
Chemie und Kunst liegen manchmal nah beieinander, wie das farbenfrohe Resultat dieses Experiments zeigt.



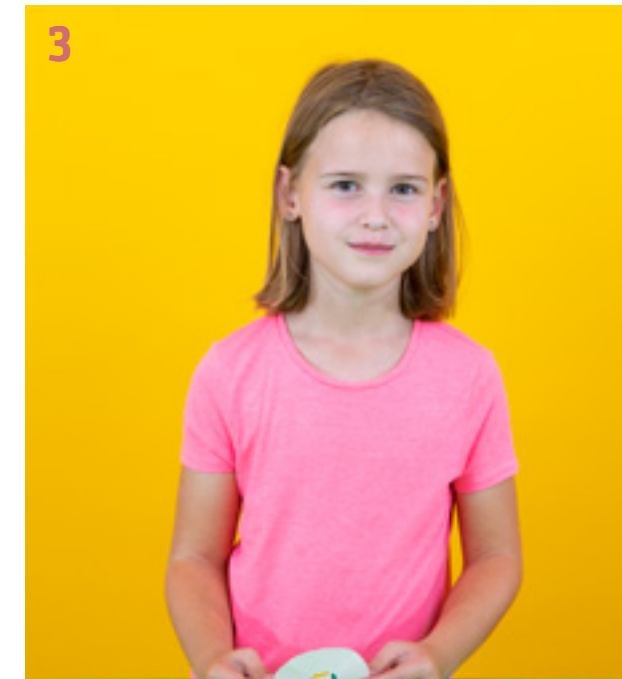
1 **Falte zunächst ein kreisförmiges Stück Löschpapier** (oder einen Kaffeefilter) zu einem Viertel und schneide dann die Spitze mit einer Schere ab. Ebenso kannst du kleine Buchten an der runden Seite hineinschneiden. Dadurch entstehen schöne «Blütenblätter».



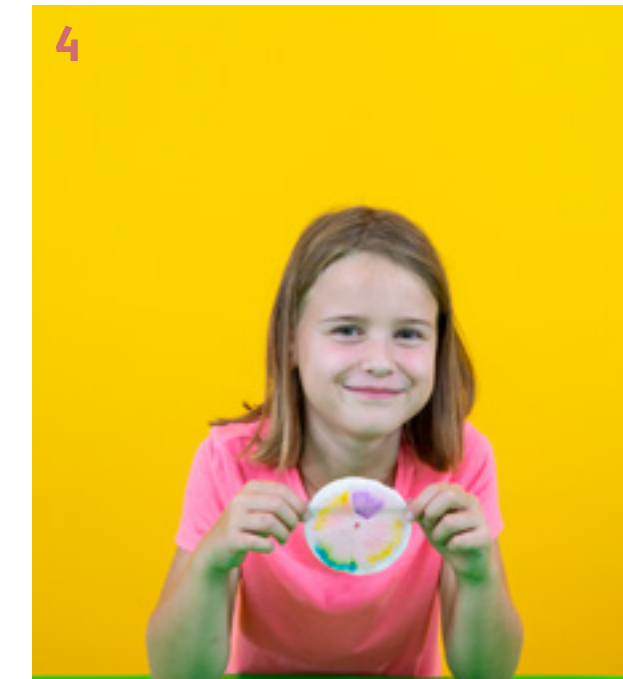
2 **Besorge dir Filzstifte auf Wasserbasis** (das ist wichtig). Mit diesen ziehst du nun verschiedenfarbige Linien um das Loch deiner bemalten «Blume» in der Mitte. Achte darauf, dass du die Farben nicht vermischt.



Materialien: Schere, Filzstifte auf Wasserbasis, Löschpapier (oder Kaffeefilter), 1 niedriger Behälter und Wasser



3 **Aus Löschpapier (oder einem Stück Kaffeefilter)** rollst du eine dünne Röhre, die du in das Loch deiner bemalten «Blume» steckst. Jetzt brauchst du sie nur noch in einen Behälter mit Wasser zu stellen.



4 **Das Löschpapier saugt das Wasser zur Blüte.** Dort angelangt zieht das Wasser die einzelnen Bestandteile der Farben auseinander. Dadurch sehen wir zum Beispiel, dass die Farbe Grün aus Gelb und Blau zusammengesetzt ist.

Was geschieht?

Du siehst hier ein Beispiel der so genannten Chromatographie. Es ist eine in der Chemie häufig verwendete Analysetechnik. Mit ihr lassen sich verschiedene Substanzen eines Gemischs voneinander trennen. In unserem Beispiel haben wir das mit Filzstiftfarben gemacht. Das Prinzip ist einfach: Das Wasser wandert dank der Kapillarkraft durch das Löschpapier (oder den Kaffeefilter) und trägt dabei die verschiedenen Bestandteile der Tinte mit sich fort. Diese trennen sich nun auf, da sich nicht alle gleich schnell bewegen. Das farbenfrohe Ergebnis wird als Chromatogramm bezeichnet.

Für schlaue Köpfe

Aber wofür genau kann diese Technik verwendet werden? Die Chromatographie – was so viel wie «schreiben mit Farben» bedeutet – wurde bereits in den frühen 1900er Jahren verwendet. Damals hatte sie jedoch noch keinen Namen. Es war der russische Botaniker Michail Tswett, der den Begriff «Chromatographie» prägte. Mit ihr trennte er die Pflanzenfarbstoffe Chlorophyll und Carotinoid auf. Michail Tswett hätte sein Forschungsgebiet nicht besser wählen können, denn sein Name «Tswett» bedeutet auf Russisch «Farbe».

Seither hat sich die Technik stark weiterentwickelt und es gibt heute mehrere Methoden; je nach Stoffgruppe, die man analysieren möchte. Sollen beispielsweise Gase aufgetrennt werden, kommt die Gaschromatographie zum Zug. Für die Analyse von Flüssigkeiten oder um einen reinen Stoff aus

einer Flüssigkeit zu extrahieren, wird die Dünnschichtchromatographie verwendet.

Aber am Ende bleibt der Vorgang immer gleich: Eine Probe wird von einer mobilen Phase gelöst und durch eine stationäre (feste) Phase getragen. Die stationäre Phase, die entweder an der Innenfläche einer Säule oder auf einer ebenen Fläche befestigt ist, hält die in der Probe enthaltenen Substanzen mehr oder weniger stark zurück. In unserem Experiment ist die Probe die Stifttinte. Die mobile Phase ist das Wasser und die stationäre Phase ist das Löschpapier.



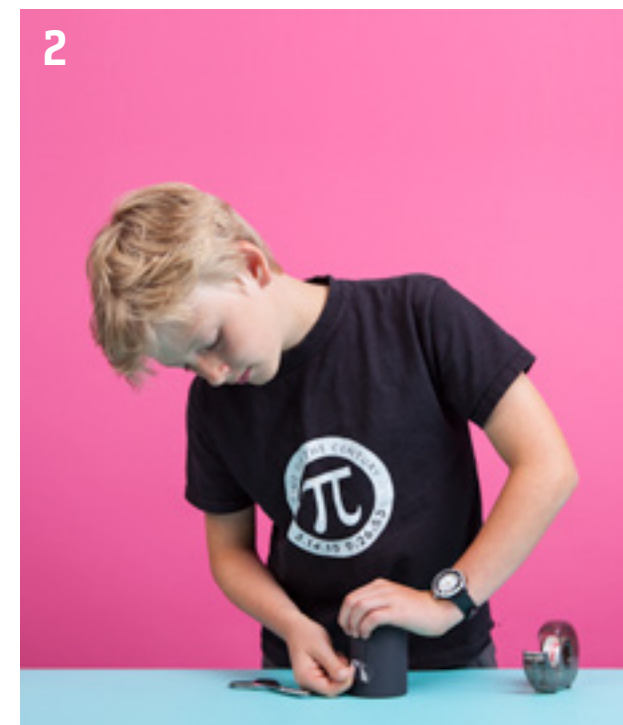
Die Sonne kocht ein Ei

Die Sonne kocht ein Ei

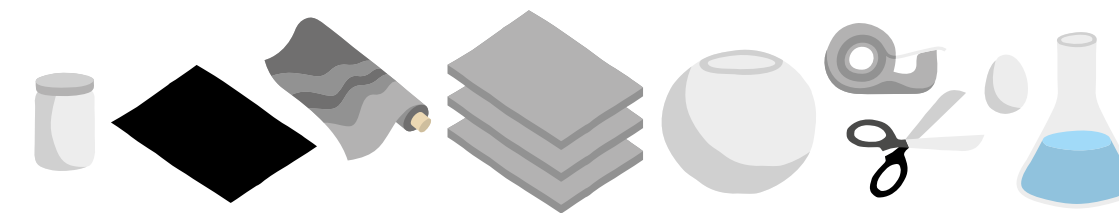
Um ein Ei zu kochen, brauchst du weder Kochtopf noch Herdplatte. Etwas Alufolie und die Sonne reichen dazu.



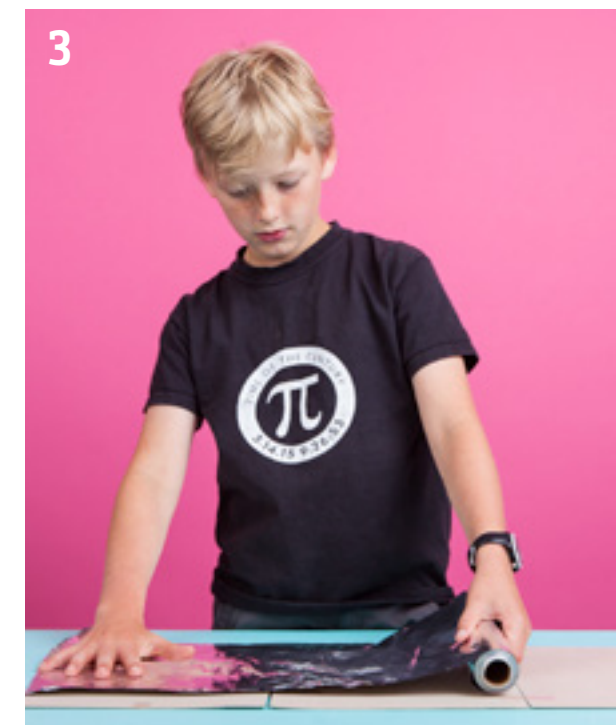
1 Für dieses Experiment aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften benötigst du ein Glasgefäss mit Deckel, ein Blatt schwarzes Kartonpapier, Alufolie, drei A4-Kartons, eine kleine Salatschüssel aus durchsichtigem Glas, Klebeband, eine Schere und ein Ei.



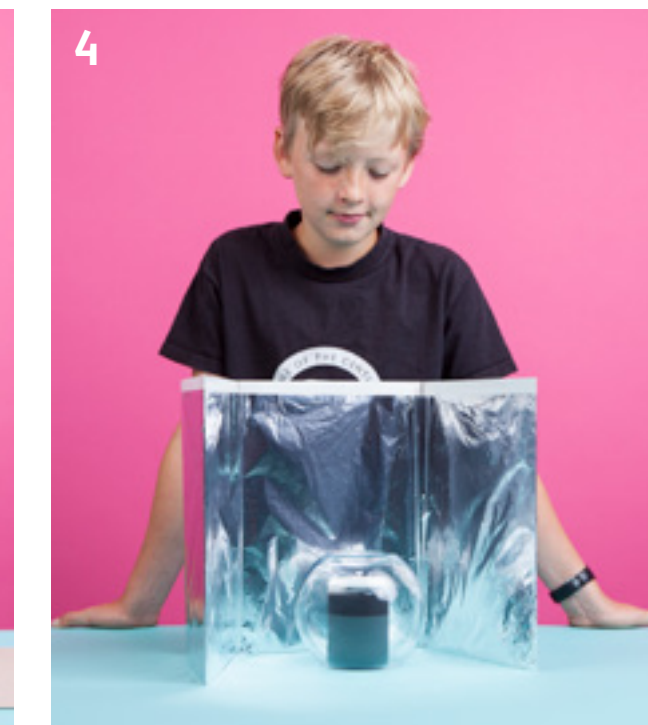
2 Zuerst musst du das Glasgefäss schwarz einkleiden. Schneide mit der Schere einen Streifen des schwarzen Kartonpapiers ab. Er sollte so breit sein wie die Höhe des Gefässes. Wickle den Streifen satt um das Gefäss und fixiere ihn mit einem Stück Klebeband.



Materialien: 1 Glasgefäss mit Deckel, 1 Blatt schwarzes Kartonpapier, Alufolie, 3 A4-Kartons, 1 kleine Salatschüssel aus durchsichtigem Glas, Klebeband, 1 Schere und 1 Ei



3 Jetzt musst du die drei Kartons zu einer Fläche zusammenbauen. Fixiere sie mit Klebeband. Schneide dann ein Stück Alufolie zurecht, das lang genug ist, um die ganze Kartonfläche abzudecken. Fixiere die Alufolie mit Klebeband.



4 Lege das Ei in das Glasgefäss und stelle es verschlossen unter der Salatschüssel an einen sonnigen Platz. Baue die mit Alufolie beklebten Kartonflächen drum herum auf. Warte zwei Stunden. Achte darauf, dass der Reflektor immer der Sonne zugewandt ist.

Was geschieht?

Mit Solaröfen wie diesem ist es möglich, die Energie der Sonne zum Kochen zu nutzen. Das hier vorgestellte Modell ist zwar sehr einfach gebaut, aber dennoch lässt sich mit ihm ein Ei innert zwei Stunden perfekt zubereiten. Die physikalische Funktionsweise ist schnell erklärt: Die Aluminiumfolie – der Reflektor – bündelt die Lichtstrahlen und lenkt sie auf das Glasgefäss mit dem Ei. Das schwarze Kartonpapier hilft dabei, das Licht in Wärme umzuwandeln. Die Salatschüssel fungiert als Treibhaus und sorgt dafür, dass die Wärme nicht entweicht.

Für schlaue Köpfe

Die Sonne strahlt in jeder Sekunde eine gigantische Energiemenge in den Weltraum ab. Ein Teil davon kommt in Form von Licht zu uns auf die Erde. Innert dreissig Minuten erhält die Erde dabei so viel Energie, wie die ganze Menschheit in einem Jahr verbraucht.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, um die Sonnenenergie zu nutzen. Pflanzen wandeln das Sonnenlicht mit Hilfe der Photosynthese in Zucker um. Das heisst, sie speichern die Sonnenenergie als Feststoff, den sie anschliessend für den Bau ihrer Stängel, Blätter und Blüten verwenden.

Wir Menschen wandeln Sonnenstrahlen mit Hilfe von Solarzellen (Photovoltaik) in Strom um. Ebenso können wir sie direkt in Wärme umwandeln, zum Beispiel, wenn wir einen schwarzen Plastiksack voll Wasser an die Sonne hängen. Damit lässt sich nach einer Weile warm oder sogar heiss duschen!

Schwarze Gegenstände wandeln die Sonnenstrahlen besser in Wärme um als weisse. Letztere bleiben eher kühl, da sie einen grossen Teil des Lichts wie ein Spiegel reflektieren.

In den Ländern des Südens sieht man oft grosse schwarze Tanks auf den Dächern von Häusern. Das ist eine wirtschaftliche und umweltfreundliche Art, um Warmwasser zu produzieren. Der hier vorgestellte einfache Solarofen, ist eine weitere intelligente Möglichkeit, die Sonne als Wärmequelle zu nutzen.

Wir sehen also, dass die Sonne eine unerschöpfliche Energiequelle ist, die in grossem Umfang genutzt werden sollte, um fossile Energieträger (Erdöl, Kohle, Gas) zu ersetzen. Dadurch liesse sich der Klimawandel verlangsamen.

ΗΣurêka!



ΗΣurêka!

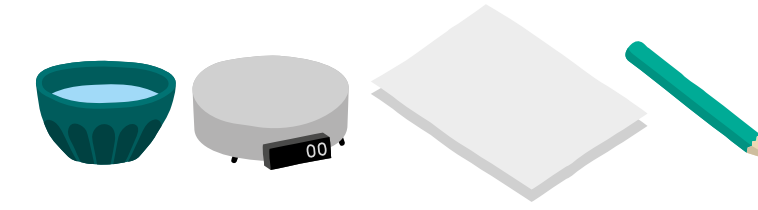
Jeder Körper, der in eine Flüssigkeit getaucht wird, kommt nass wieder heraus. Jaja, das stimmt schon; aber das hat Archimedes mit seinem berühmten Satz nicht gemeint.



Für dieses Experiment brauchst du nur wenig Material: eine Schüssel und eine Küchenwaage. Das Wichtigste ist aber deine Hand.



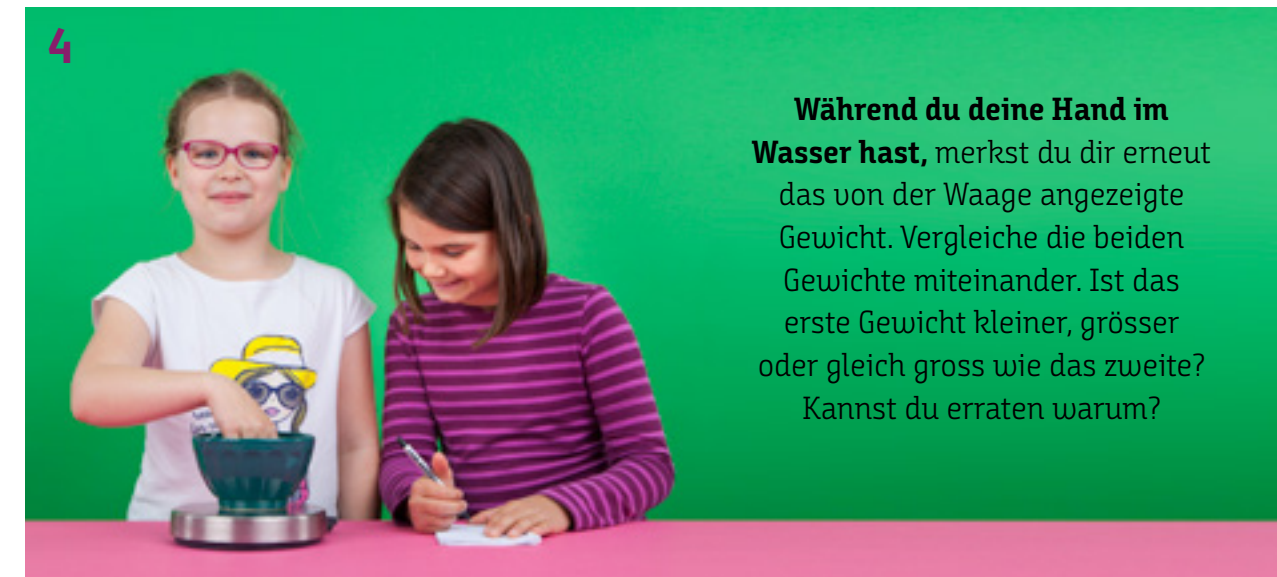
Fülle die Schüssel etwa zu zwei Dritteln mit Wasser. Schalte die Waage ein und stelle die Schüssel darauf. Merke dir das angezeigte Gewicht.



Materialien: 1 Schüssel, 1 Küchenwaage, 1 Blatt, 1 Bleistift und Wasser



Krempel deine Ärmel hoch und tauche nun deine geballte Faust in die Schüssel mit Wasser. Beachte: du sollst dabei weder die Seiten noch den Boden der Schüssel berühren.



Während du deine Hand im Wasser hast, merkst du dir erneut das von der Waage angezeigte Gewicht. Vergleiche die beiden Gewichte miteinander. Ist das erste Gewicht kleiner, grösser oder gleich gross wie das zweite? Kannst du erraten warum?

Was geschieht?

Wenn wir unsere Hand sanft in eine mit Wasser gefüllte Schüssel tauchen, spüren wir einen leichten Widerstand. Das ist das so genannte archimedische Prinzip, das den Auftrieb beschreibt (es handelt sich um das berühmte Phänomen, das Boote schwimmen lässt). Wenn wir dasselbe Experiment auf einer Waage durchführen, zeigt uns die Anzeige, dass das Gewicht der Schüssel zunimmt. Diese Zunahme ist aber nicht auf das Gewicht der ganzen Hand zurückzuführen, sondern auf das Gewicht des von ihr verdrängten Wasservolumens.

Für schlaue Köpfe

Archimedes von Syrakus ist einer der grossen Gelehrten der Antike. Er lebte im 3. Jahrhundert vor Christus und war gleichzeitig Mathematiker, Physiker und Ingenieur. Eine Legende machte ihn berühmt. Sie besagt, dass ihm die Lösung für ein Problem während eines Bades in den Sinn gekommen ist und dass er anschliessend «Heureka!» schreiend (und wohl splinternackt) durch die ganze Stadt gerannt ist. Heureka stammt aus dem Altgriechischen und bedeutet sinngemäss «Ich hab's!». Auch wenn diese Geschichte vermutlich erfunden ist, macht sie doch Archimedes bis heute irgendwie sympathisch.

Wahr ist jedenfalls, dass Archimedes das physikalische Phänomen des Auftriebs entdeckt hat. Der Auftrieb ist eine Kraft, die von unten nach oben auf ein Objekt wirkt, das in eine Flüssigkeit oder ein Gas eingetaucht wird. Weil der Druck in der Flüssigkeit oder im Gas nach unten zunimmt, ist der Auftrieb im unteren Teil

des Körpers grösser als im oberen Teil. Dadurch entsteht ein nach oben gerichteter Schub. Je nach Grösse des Auftriebs ist ein Körper in der Lage auf Wasser zu schwimmen oder eben nicht.

Die Grösse des Auftriebs ist proportional zur Masse der verdrängten Flüssigkeit. Das heisst, je mehr Flüssigkeit verdrängt wird, desto grösser ist der Auftrieb. Dabei kommt es auch auf die Dichte der Flüssigkeit an. Je dichter (du kannst auch «schwerer» sagen) eine Flüssigkeit ist, desto grösser der Auftrieb eines eingetauchten Körpers. Darum ist der Auftrieb im Toten Meer, das sehr salzig ist, deutlich grösser als beispielsweise im Zürichsee (siehe Experiment «Regenbogen-Cocktail» auf Seite 109 um zu verstehen, warum Salzwasser eine höhere Dichte als Süsswasser aufweist). Im Toten Meer schwimmt man so gut, dass man sogar im Wasser liegend die Zeitung lesen kann!

winterjacke für eiswürfel



winterjacke für eiswürfel

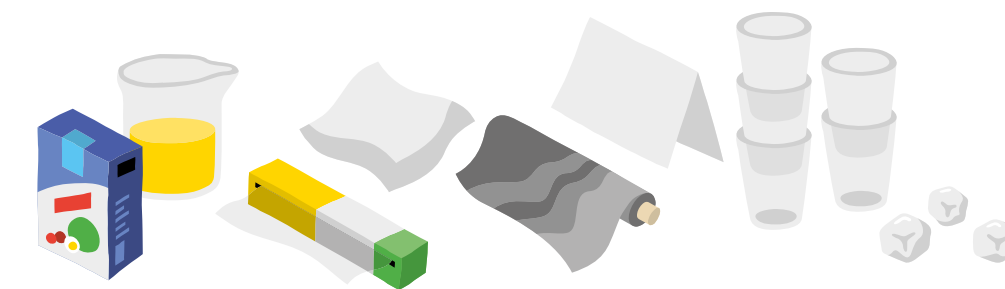
Dies ist ein kleines «Schmelz-Wettrennen». Am Start stehen fünf Eiswürfel. Welcher wird wohl als erster verschwinden?



1 Für dieses Experiment brauchst du einiges an Material: Salz, Fett, Frischhaltefolie, ein Stück Stoff, Alufolie, Papier, einige Becher und Eiswürfel.



2 Wälze einen der Eiswürfel im Salz und einen weiteren im Fett. Von den übrigen wickelst du je einen in Frischhaltefolie, in Stoff, in Papier und in Alufolie ein.



Materialien: Salz, festes Fett (beispielsweise Butter), Frischhaltefolie, 1 Stück Stoff, Alufolie, Papier, 5 Plastikbecher und 5 Eiswürfel



3 Der schwierigste Teil ist geschafft. Nun verteilst du die fünf «verpackten» Eiswürfel in die fünf vor dir aufgereihten Plastikbecher. Warte dann etwa neunzig Minuten.



4 Wenn die eineinhalb Stunden um sind, gehst du zurück ins Labor, um zu sehen, welcher Eiswürfel das Schmelz-Wettrennen gewonnen hat. Welcher ist noch intakt und welcher ist verschwunden?

Was geschieht?

Der mit Salz überzogene Eiswürfel schmilzt am schnellsten. Aber warum? Salz senkt den Schmelzpunkt von Eis. Dadurch bleibt das Wasser auch unter 0 °C flüssig. Darum streuen wir im Winter Salz auf die Strassen. Auf Platz 2 in der Rangliste kommt das Fett, das Wärme zum Eiswürfel leitet, aber langsamer als Aluminium. Aluminium leitet die Wärme sehr gut, deshalb steht es auf Platz 3. Es führt dem Eiswürfel Wärmeenergie aus der Umgebung zu. Papier holt Platz 4 und auf dem letzten Platz folgt der Stoff. Die beiden verlieren das Wettrennen, weil sie sehr gut isolieren.

Für schlaue Köpfe

Im Sommer geben wir oft Eiswürfel in unsere Getränke, um sie abzukühlen. Aber warum schmelzen Eiswürfel überhaupt? Können wir die Geschwindigkeit ändern, mit der sie sich in flüssiges Wasser verwandeln? Dieses Experiment hilft uns, das Schmelzen von Eis in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen zu verstehen.

Wassermoleküle bestehen aus einem Sauerstoffatom und zwei Wasserstoffatomen (H₂O). Im flüssigen Zustand sind Moleküle in ständiger Bewegung. Wenn die Temperatur unter 0 °C fällt, bewegen sich die Moleküle immer langsamer. Nun beginnen sich zwischen ihnen feste Bindungen zu bilden; so genannte Wasserstoffbrücken. Diese führen zur Verfestigung des Wassers.

Wenn sich zwei Gegenstände unterschiedlicher Temperatur berühren, findet immer eine spontane Wärmeübertragung vom wärmeren auf den kälteren Gegenstand statt. Dadurch stellt sich ein Temperaturgleichgewicht ein. Wenn wir unserem Getränk Eiswürfel hinzu-

fügen, nehmen diese die Wärme aus dem Getränk auf. In der Folge wird das Getränk kälter.

In diesem Experiment beschleunigen oder verlangsamen wir den Prozess der Wärmeübertragung, indem wir verschiedene Substanzen und Materialien auf die Eiswürfel aufbringen. Papier und Stoff verlangsamen den Schmelzvorgang, da sie isolierend wirken. Das heisst, sie verlangsamen die Übertragung der Wärme aus der Umgebung auf die Eiswürfel.

Genau umgekehrt macht es Aluminium. Es ist ein sehr guter Wärmeleiter und führt dem Eiswürfel Wärmeenergie aus der Umgebung zu. In der Folge schmilzt das Eis relativ schnell.

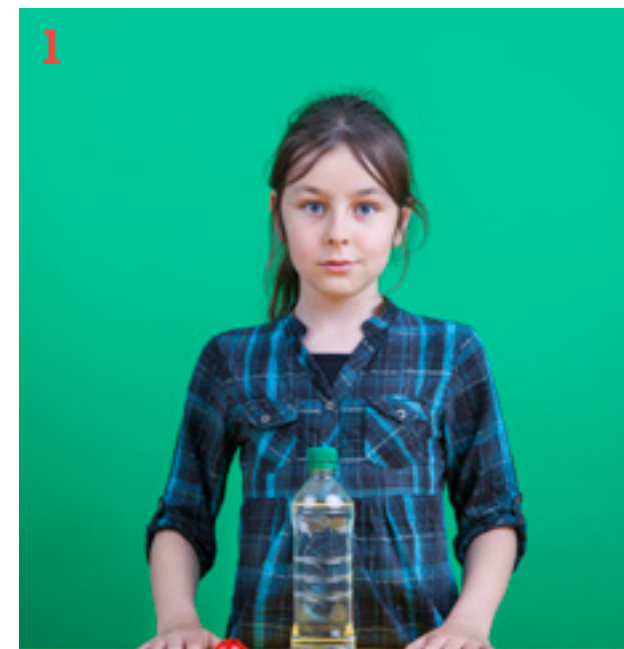
Unschlagbar ist allerdings das Salz. Es besteht aus Ionen (Natrium und Chlor). Diese sind in der Lage, die Wasserstoffbrücken zwischen den Wassermolekülen zu brechen. Dadurch wird weniger Wärmeenergie benötigt, um den Eiswürfel zu schmelzen. Deshalb streuen wir im Winter Salz auf die Strassen.



KURIOSE CORIOLIS- KRAFT

KURIOSE CORIOLIS- KRAFT

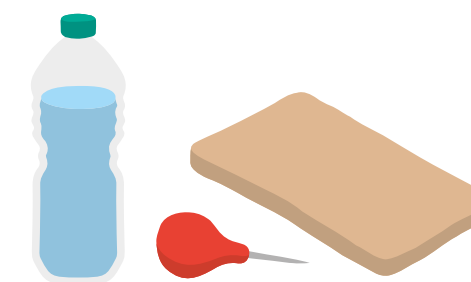
Um bestimmte physikalische
Phänomene nachzuweisen, müssen
Wissenschaftler_innen manchmal nass
werden. Oder müssen sie nicht?



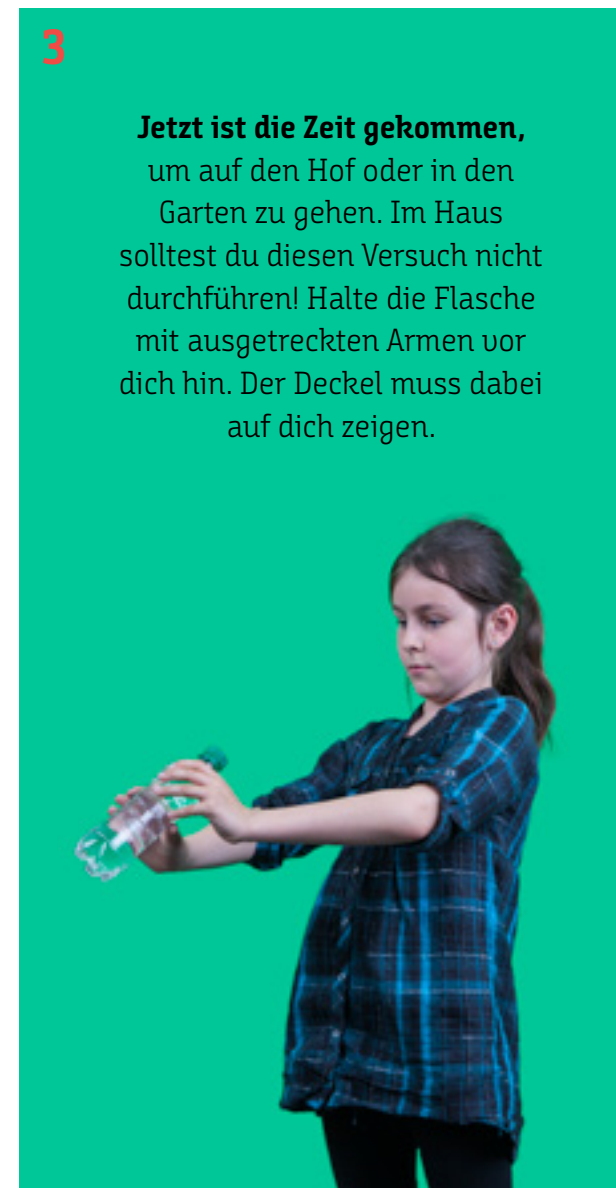
Für diesen Versuch benötigst du eine mit Wasser gefüllte PET-Flasche, ein Pfriem und ein Rüstbrett.



Schraube den Deckel von der Flasche, lege ihn auf das Rüstbrett und bohre mit dem Pfriem vorsichtig ein Loch in die Mitte. Danach schraubst du den Deckel wieder auf.



Materialien: 1 mit Wasser gefüllte PET-Flasche, 1 Pfriem und 1 Rüstbrett



Jetzt ist die Zeit gekommen, um auf den Hof oder in den Garten zu gehen. Im Haus solltest du diesen Versuch nicht durchführen! Halte die Flasche mit ausgestreckten Armen vor dich hin. Der Deckel muss dabei auf dich zeigen.



Dreh dich wie ein Kreisel, während du die Flasche zusammendrückst, um das Wasser rausspritzen zu lassen. Beobachte dabei den Wasserstrahl. Wohin geht er? Du wirst sehen, bei der Antwort wird dir schwindlig.

Was geschieht?

Da der Deckel mit dem Loch auf dich gerichtet war, hast du vermutlich erwartet, dass du nass wirst. Überraschenderweise bist du aber ganz trocken geblieben. Der Grund dafür ist die sogenannte Corioliskraft. Sie lenkt die Bahn eines Objektes ab, wenn dieses gleichzeitig gedreht wird, wie auf einem Karussell. Dieser merkwürdige Effekt ist auch beim Wetter sichtbar: Das Karussell ist die Erde. Die Passagiere sind die Winde, deren Bahn genau wie der Wasserstrahl abgelenkt wird, wenn sich die Winde von Norden nach Süden oder umgekehrt bewegen. Trotz weitläufiger Meinung hat die Corioliskraft aber nichts mit der Drehrichtung des Wassers in der sich leerenden Badewanne zu tun.

Für schlaue Köpfe

Die Corioliskraft ist nach Gaspard Gustave de Coriolis benannt. Er war ein französischer Ingenieur und Mathematiker, der dieses physikalische Gesetz im 19. Jahrhundert erstmals ausführlich beschrieb.

Diese eigentümliche Kraft resultiert aus der Coriolisbeschleunigung: Sie kommt beispielsweise zustande, wenn sich ein Objekt vom Rand eines sich drehenden Karussells in Richtung des Zentrums des Karussells bewegt. Da sich der Körper am Rand schneller im Kreis dreht als nahe beim Zentrum, wird er dabei in Drehrichtung abgelenkt. Dasselbe passiert mit dem Wasserstrahl, den du auf dich schießen wolltest. Die Corioliskraft spielt vor allem bei den Meeresströmungen und beim Wind eine Rolle. Wegen ihr rotieren Hochdruckgebiete auf der Nordhalbkugel im Uhrzeigersinn und Tiefdruckgebiete gegen den Uhrzeigersinn. Der Einfluss dieser Kraft variiert mit dem Breitengrad. Am Äquator ist sie null. Darum können sich dort auch keine Wirbelstürme bilden. Auf der Südhalbkugel verhält sich der Drehsinn gerade umgekehrt.

Was die Richtung des Strudels in einer leeren Badewanne betrifft, könnte man jetzt meinen, dass auch er seine Richtung ändert, je nachdem, auf welcher Hemisphäre man sich befindet. Es gibt jedoch einen wichtigen Unterschied zwischen den beiden Situationen: ihre Grösse! In der Badewanne ist die Corioliskraft winzig klein und hat auf den Drehsinn des Wasserwirbels keinen Einfluss. Die Drehrichtung des Badewannen-Strudels hat vielmehr damit zu tun, dass das Wasser nie vollständig ruht, sondern eine bevorzugte Rotationsrichtung hat. Diese wird durch den Sog des Ausflusses lediglich verstärkt. Das Wasser kann also mal in die eine, mal in die andere Richtung drehen.

Betrachten wir dagegen einen sehr grossen Behälter mit anfänglich perfekt ruhendem Wasser, wäre es möglich, dass die Corioliskraft eine Wirkung hat und das Wasser in die entsprechende Richtung drehen lässt.



DIE KRAFT VON LUFT

DIE KRAFT VON LUFT

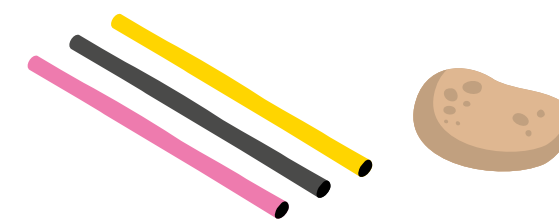
Die wissenschaftliche Herausforderung des Tages lautet: Eine Kartoffel mit einem Trinkhalm durchbohren!



1 Für dieses aussergewöhnliche Kartoffelexperiment ist nicht viel Equipment nötig. Du brauchst lediglich ein paar Trinkhalme, eine schöne rohe Kartoffel und eine ahnungslose Testperson, die du herausfordern kannst.



2 Schafft es die Testperson, die Kartoffel mit einem Trinkhalm von einer Seite zur anderen zu durchbohren? Etwa durch sehr starkes Drücken? Das ist schwieriger als es klingt!



Materialien: einige Trinkhalme und 1 rohe Kartoffel



3 Die Kartoffel ist eindeutig zu zäh für den Trinkhalm. Es ist also an der Zeit, deiner Testperson den «Trick» zu verraten: Sie muss als erstes ein Ende des Trinkhalms mit dem Daumen zuhalten.



4 Nun soll sie den Trinkhalm mit etwas Schwung in die hilflose Kartoffel stecken. Der Halm gleitet wie durch Butter durch die ganze Knolle.

Was geschieht?

Warum ist es möglich, mit dieser simplen Methode eine rohe Kartoffel zu durchbohren? Nun, durch das Zudecken des Lochs schliesst du die Luft im Inneren des Trinkhalms ein. Dadurch drückt sie gegen seine Innenwände und verschafft ihm so Stabilität. In der Folge kann sich der Halm beim Zustecken nicht verbiegen. Je weiter der Halm in der Kartoffel einsinkt, desto grösser wird der Druck in ihm. Das heisst, der Halm wird noch fester und hat nun keine Mühe mehr, die ganze Kartoffel zu durchbohren.

Für schlaue Köpfe

In diesem Experiment ermöglicht es der Luftdruck, dass der Trinkhalm die Kartoffel ohne abzuknicken durchbohren kann. Je tiefer der Halm in der Kartoffel einsinkt, desto mehr wird die Luft in ihm komprimiert. Das liegt daran, dass sich das verfügbare Volumen verringert, während die Luftmenge konstant bleibt. Anders gesagt: die Luftmoleküle rücken dichter zusammen und in der Folge steigt der Druck. Dasselbe Prinzip kannst du beim Aufblasen eines Fussballs beobachten: Je mehr Luft du hineinpumpst, desto härter wird er. Es ist der Druck der Luftmoleküle im Inneren, der den Ball formstabil macht.

Den Trick mit dem Trinkhalm wenden auch Handwerker an, wenn sie ein Stahl- oder Aluminiumrohr zu einer schönen Kurve biegen müssen. Wenn man nicht weiss, wie es geht, passiert dasselbe wie mit dem Trinkhalm oder mit dem Skistock: es entsteht ein spitzer Winkel und das Rohr wird an dieser Stelle gequetscht. Um das zu vermeiden, wird das Rohr mit Sand gefüllt. Dieser übt – genau wie die Luft im Halm – einen Druck auf die Innenwände des Rohres aus und verhindert, dass es kollabiert.



Eine Kugel lernt fliegen

Dies ist die Geschichte des Tischtennisballs, der den Föhn bittet, seinen Traum vom Fliegen zu verwirklichen.



Für dieses einfache Experiment brauchst du nicht viel Material. Es genügen ein Tischtennisball (oder eine Styropor-Kugel) und ein funktionierender Föhn.

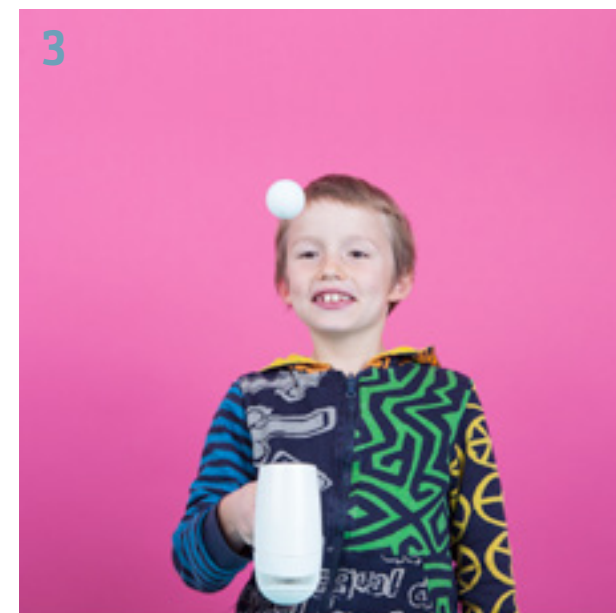


Dieses Experiment hat das Potenzial zum Überflieger. Schalte den Föhn ein, richte ihn senkrecht nach oben und führe dann den Tischtennisball in den Luftstrom. Lasse ihn behutsam los.

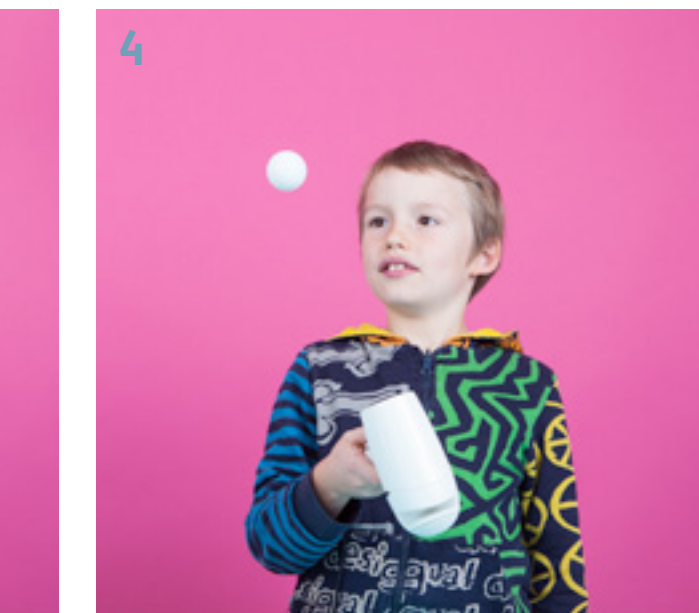
Eine Kugel lernt fliegen



Materialien: 1 Tischtennisball (oder Styropor-Kugel) und 1 Föhn



Der Ball steigt auf und schwebt etwa zwanzig Zentimeter über dem Föhn. Hier ist kein an der Decke befestigter Nylonfaden im Spiel!



Du kannst den Föhn jetzt etwas kippen. Du rechnest damit, dass der Ball fällt? Aber nein – er ist im Luftstrahl gefangen und fliegt munter weiter! Erstaunlich, findest du nicht?

Was geschieht?

Die Kraft des Luftstroms aus dem Föhn drückt den Ball nach oben und wirkt gegen die Schwerkraft. Der Ball schwebt in der Höhe, wo sich beide Kräfte ausgleichen. Beim leichten Neigen des Föhns fällt der Ball nicht herunter, er ist wie in einem Rohr im Luftstrom gefangen. Dieser Effekt lässt sich durch ein physikalisches Gesetz erklären (Venturi-Gesetz, siehe dazu das Experiment «Der Sprühnebel von Venturi» auf Seite 13). Druck in schnell strömender Luft ist geringer als der Druck in langsam strömender oder stiller Luft. Bewegt sich der Ball also aus dem Luftstrom, wird er von der stillstehenden Luft (höherer Druck) wieder zurück in den Luftstrom gedrückt.

Für schlaue Köpfe

Dieses amüsante und recht spektakuläre Experiment ist zwar sehr einfach durchzuführen, das beobachtete Phänomen ist jedoch nicht leicht zu erklären. Tatsächlich wird es bis heute unter Wissenschaftlern_innen diskutiert. Die gebräuchlichste Erklärung verwendet den Satz von Bernoulli. Vereinfacht gesagt besagt er, dass der Druck einer Flüssigkeit (oder der Luft) abnimmt, wenn ihre Geschwindigkeit zunimmt und umgekehrt.

Aber auch eine andere Erklärung ist möglich. Diese folgt dem Gesetz «Kraft gleich Gegenkraft». Das heisst, beim Kippen des Föhns wird der Luftstrom abgelenkt und erzeugt eine Reaktionskraft auf den Ball, die ihn im Luftstrom hält. Um das zu veranschaulichen, ist folgendes Experiment hilfreich: Halte einen Suppenlöffel am Ende des Griffs mit zwei Fingern senkrecht mit dem Kopf voran nach unten. Nun bewegst du die gewölbte Seite des Löffels langsam in

den Strahl eines Wasserhahns. Der Strahl wird vom Löffel abgelenkt und der Löffel seinerseits hebt seinen Kopf ein wenig. Die Aktion (der Wasserstrahl wird abgelenkt) erzwingt eine Reaktion (der Löffel wird angehoben).

Beim Föhn-Experiment ist der Luftstrahl zwar unsichtbar, aber auch er wird am Ball abgelenkt und in der Folge bewegt sich der Ball in Richtung des Luftstroms. Beim ersten Anblick erscheint das fast ein wenig magisch.

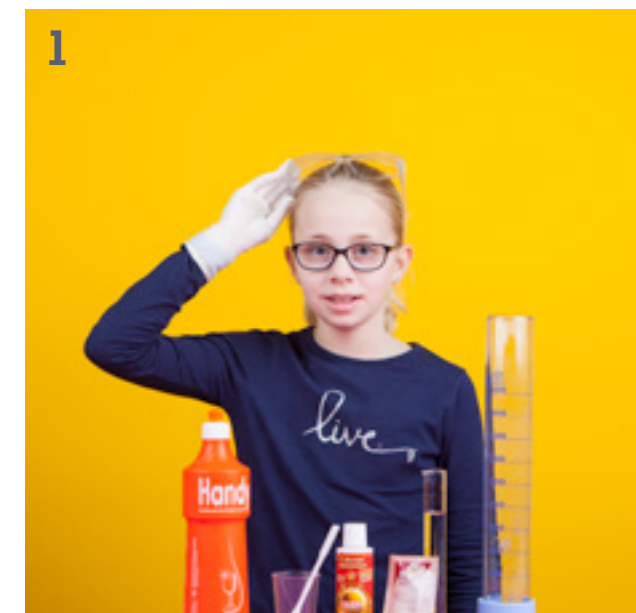
Beide Erklärungen kommen aus dem Bereich der Aerodynamik. Das ist ein Zweig der Physik, der Luftströmungen und ihre Auswirkungen auf feste Objekte untersucht. Die Aerodynamik befasst sich mit so unterschiedlichen Dingen wie der Bewegung von Fahrzeugen (Zügen, Autos usw.), dem Auftrieb von Flugzeugen, den auf eine Windturbine wirkenden Kräften oder der Wirkung von Wind auf ein Bauwerk wie einen Turm oder eine Brücke.



Elefanten-Zahnpasta

Elefanten-Zahnpasta

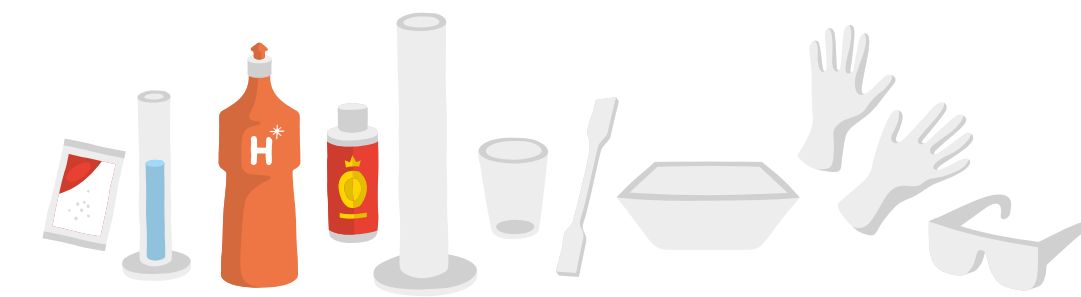
Elefanten putzen sich die Zähne nicht, denn für sie gibt es keine Zahnpasta. Wirklich?



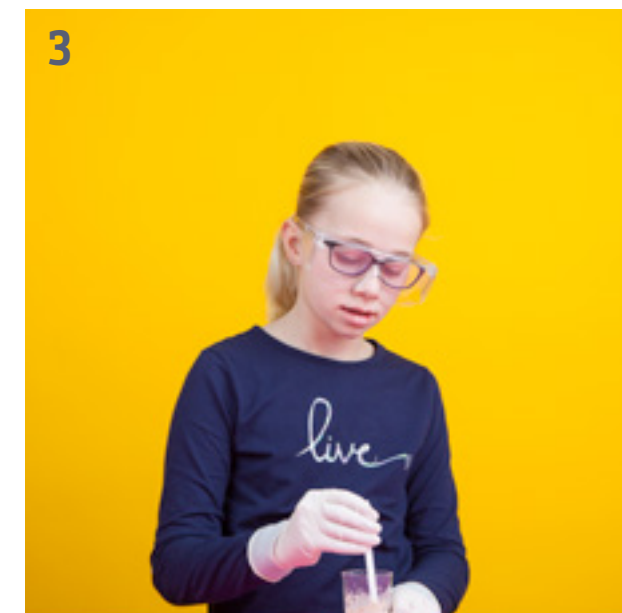
1 **Alles da? Du brauchst:** eine Packung Trockenhefe, 30-prozentiges Wasserstoffperoxid, Geschirrspülmittel, Lebensmittelfarbe, ein längliches Gefäß (Flasche), ein Trinkglas, einen Teelöffel, einen Eimer, Plastikhandschuhe, eine Schutzbrille und ein Waschbecken.



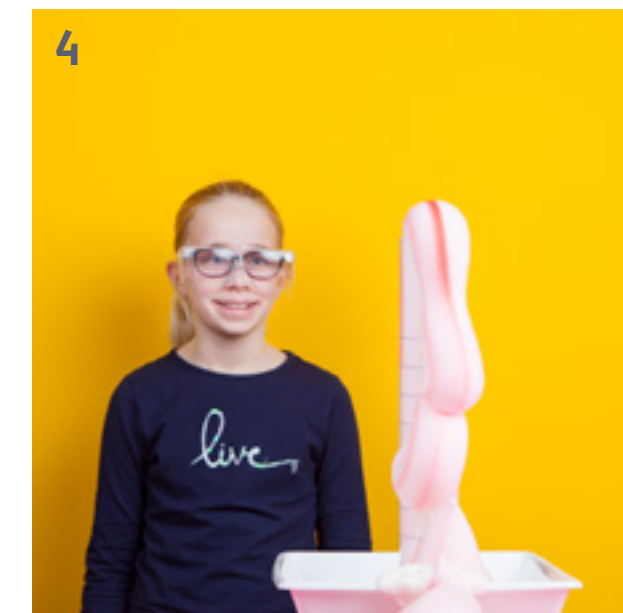
2 **Für die nächsten Schritte** brauchst du die Hilfe eines Erwachsenen. Ziehe Plastikhandschuhe und eine Schutzbrille an. Bedecke den Boden des länglichen Gefäßes mit Geschirrspülmittel, gib drei Tropfen Farbstoff und 50 ml Wasserstoffperoxid hinzu.



Materialien: 1 Tütchen Trockenhefe, 30-prozentiges Wasserstoffperoxid (erhältlich in Apotheken oder Drogerien), Geschirrspülmittel, Lebensmittelfarbe, 1 längliches Gefäß (Vase oder Flasche), 1 Trinkglas, 1 Teelöffel, 1 Eimer, Plastikhandschuhe, 1 Schutzbrille und 1 Waschbecken



3 **Beim nächsten Schritt** mischst du im Trinkglas mit Hilfe des Teelöffels die Trockenhefe mit etwas Wasser. Achte darauf, dass sich die Hefe möglichst vollständig auflöst.



4 **Jetzt kommt das Finale.** Stelle das längliche Gefäß in die Mitte des Waschbeckens. Füge mit einer schnellen Kippbewegung die aufgelöste Trockenhefe hinzu und mach sofort ein paar Schritte zurück. Die Elefanten-Zahnpasta wird vor dir einen Luftsprung machen!

Was geschieht?

Wasserstoffperoxid ist in hoher Konzentration eine sehr reizende Substanz. Deshalb gibt es sie in dieser Form nur in Apotheken oder Drogerien. In geringer Konzentration, also mit Wasser verdünnt, dient sie als Desinfektions- oder Haarbleichmittel. In diesem Experiment reagiert das Wasserstoffperoxid sehr stark und schlagartig mit der Hefe. Dabei werden Sauerstoffblasen freigesetzt, die dank des Geschirrspülmittels schön viel Schaum bilden. Zudem ist die Reaktion exotherm; sie setzt also Wärme frei.

Für schlaue Köpfe

Die hier beobachtete Reaktion wird Disproportionierung von Wasserstoffperoxid genannt. Dabei passiert im Grunde nichts anderes als die Umwandlung von zwei Molekülen Wasserstoffperoxid in zwei Moleküle Wasser und ein Molekül Sauerstoff. Hier die Reaktionsgleichung: $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. Nach dieser Reaktion bleibt Wasser im Behälter zurück und der Sauerstoff entweicht als Gas.

Diese Reaktion tritt bei Wasserstoffperoxid spontan auf – aber nur sehr langsam. In unserem Fall haben wir die Reaktion mit einem sogenannten Katalysator (Beschleuniger) auf Trab gebracht. Die Hefe enthält ein Enzym (Katalase), das als Katalysator wirkt. Durch das Spülmittel wird der chemische Umwandlungsprozess sehr schön sichtbar, denn der Sauerstoff wird in der Seife eingeschlossen und in der Folge bildet sich Schaum.

Die Konzentration des Wasserstoffperoxids und der verwendete Katalysator sind Parameter, die verändert werden können, um die Geschwindigkeit der Sauerstoffbildung und damit die Schaumbildung zu beschleunigen oder zu verlangsamen. Je konzentrierter das Wasserstoffperoxid ist, desto mehr Sauerstoff

wird freigesetzt und desto mehr Schaum bildet sich. Je stärker der Katalysator, desto schneller die Reaktionsgeschwindigkeit und desto schneller bildet sich der Schaum. So produziert 3-prozentiges Wasserstoffperoxid (das wir als Desinfektionsmittel im Laden kaufen können) weniger Sauerstoff, während ein anderer Katalysator wie Kaliumiodid (KI) den Sauerstoff schneller freisetzt. Um alle Behälter nach Abschluss der Reaktion zu reinigen, spüle sie mit Wasser aus. Die gebildeten Produkte sind nicht giftig.

Du kannst versuchen, die Reaktion mit unterschiedlichen Wasserstoffperoxid-Konzentrationen durchzuführen (verdünne es dazu mit Wasser) und die Unterschiede beim Reaktionsablauf zu beobachten. Dadurch lernst du, wie wichtig es ist, in einer Reaktion jeweils nur einen Parameter zu ändern, um die richtige Schlussfolgerung über die Bedeutung dieses Parameters zu ziehen. Dies ist eine wichtige Vorgehensweise in der wissenschaftlichen Arbeit.

Index der Schlagwörter

Aggregatzustände	161	Kochen	137
Archimedes	25, 157	Kraft	25, 157, 165, 169, 173
Auftrieb	173	Kryptografie	85
Ausdehnung	69	Licht	33, 57, 65
Bewegung	93, 165	Luft	13, 169, 173
Blasen	37, 125	Mathematik	09, 65, 81, 97
Brechung	57	Menschlicher Körper	17, 21, 45, 69, 73, 141, 145
Chemische Reaktion	41, 53, 105, 113, 117, 121, 125, 129, 177	Milch	113, 137
Chromatographie	149	Möbius	97
Dichte	109	Neurowissenschaften	89
DNA	73	Oberflächenspannung	37
Druck	13, 41, 169	Optische Täuschung	57, 89
Elektrizität	93	Pflanze	29, 33
Energie	93, 101, 117, 153	Photosynthese	29, 33
Farben	109, 149	Polymer	77, 105
Fermentierung	137	Reaktionszeit	45
Flüssigkeit	13, 109, 125, 133	Samen	29, 33
Gehör	17	Säure-Base	53, 117, 121, 125
Geometrie	65, 81	Sehen	145
Geruch	141	Temperatur	49, 69, 117, 153, 161
Geschmack	21, 141	Wahrnehmung	17, 89, 141
Informatik	09, 85	Wasser	29, 61, 77, 149, 157, 161, 165

Mit der Teilnahme von



Impressum

Konzeption und Redaktion

EPFL – Abteilung für Wissenschaftsförderung
(SPS): Marion Albertini, Johannes Mosig,
Guillaume Mühlebach

Espace des inventions: Séverine Altairac,
Emmanuelle Giacometti, Sandrine Hajdukiewicz,
Romain Roduit

Universität Freiburg: Sofia Martin Caba,
Lucas Montero

Universität Genf: Shaula Fiorelli,
Olivier Gaumer, Fabia Kessas, Aurélia Weber,
Sandrine Zuchuat

Fotografien

Mathieu Rod, Mathieu Bernard-Reymond,
Pierre-Yves Massot, François Schaer

Regie und Produktion

Grafisches Layout & Illustrationen:
Christophe Rochat, Espace des inventions

Layout: Colin Montet, Formidgraphic

Fotolithografie: Michel Greppin, soin de l'image

Übersetzung: Atlant Bieri

Drucken: Cavin SA

ISBN 978-3-033-09930-2

Eine Publikation der EPFL, des Espace des Inventions, der Universität Freiburg und der Universität Genf, basierend auf wissenschaftlichen Experimenten, die zwischen 2015 und 2018 im Migros-Magazin vorgestellt wurden.

Gesetzliche Hinterlegung in der Schweiz: Juli 2023

Alle Rechte vorbehalten.

Unser herzlicher Dank geht an

Das Migros Magazine und Alain Portner, die das Projekt initiiert und ermöglicht haben, sowie an Jacques Dubochet für seine Verfügbarkeit und die Unterstützung des Projekts durch das Verfassen eines anregenden Vorworts.

Alle, die auf die eine oder andere Weise diesem Projekt einen Anstoss gegeben haben:
Liliane Ackermann-Hirschi,
Luisa Berger, Viola Bauernfeind Céline Corthay,
Nicolas Deferne, Romain Dewaele, Alke Fink,
Amélie Guex, Laetitia Haeni, Matthias Held,
Florin Hemmann, Miguel Iglesias, Anne Jacob,
Camille Larpin, Céline Lichtensteiger,
Myriam Marano, Andreas Müller, Farnaz Moser,
Michael Nussbaum, Karl Perron, Elisa Radosta,
Xavier Ravinet, Christoph Renner,
Mona Spiridon, Sandy Weder, Candice Yuon,
Christina Zweifel.



43 wissenschaftliche
Experimente für Kids

ZISCH!

Diese kleine Sammlung von ZISCH-enden Experimenten ist für Menschen, die neugierig auf Wissenschaft sind. Es ist ein einfaches, zugängliches und benutzerfreundliches Handbuch, um Ihre Küche oder Ihr Klassenzimmer in ein naturwissenschaftliches Labor zu verwandeln und Ihre Neugier und die Ihrer Kinder und Schüler_innen zu wecken!

www.zisch-buch.ch

